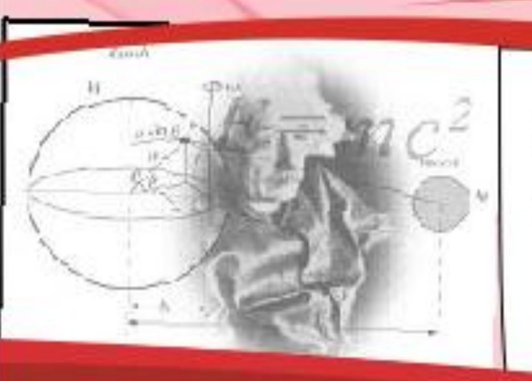
المهندس

فى

الفيزياء



$$t' = t\sqrt{1-V^2/c^2}$$

Where: t' = dilated time

t = stationary time

V = velocity

c = speed of light



Inside an Atom

الصف الأول الثانوى

اعداد الاستاذ

محمد الصباح

ملاحظات هامة لدراسة الفيزياء

اولا : الوحدات الاساسية

Quantity الكمية	c.g.s نظام جاوس	m.k.s النظام المترى	التحويل
Length الطول	Cm	Meter	1 cm = 10^{2} meter
Mass الكتلة	gm	Kg	1gm = 10^{-3} kg
Time الزمن	Sec	Sec	1 sec = 1 sec
Area المساحة	cm^2	m^2	1 cm^2 = 10^{-4} m^2
Volume الحجم	cm^3	m^3	1 cm^3 = 10^{-6} m^2
Density الكثافة	gm/cm^3	Kg/m^3	1 gm / cm^3 = 10^3 kg / m^3
Force القوة	Dyne	Newton	1 dyne = 10^{-5} N
Pressure الضغط	$Dyne/cm^2$	N/m^2	1 dyne / cm^2 = $10^{-1}N/m^2$
Energy (Work) الطاقة (الشغل)	erg	Joule	1 erg = 10^{-7} J
Power القدرة	erg / sec	J/sec = Watt	1 erg/ sec = 10^{-7} Watt
Magnetic Field المجال المغناطيسى	gauss	Tesla	1 G = 10^{-4} T

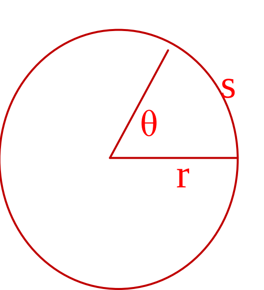
****

ثانيا : المضاعفات والكسور :

المضاعفات	الكسور
1 Kilo(k) = 10^3	1 milli (m) = 10^{-3}
1 mega(M) = 10^6	1 micro (μ) = 10^{-6}
1 giga (G) = 10^9	1 Nano (n) = 10^{-9}
1 Tera = 10^{12}	1 Pico (P) = 10^{-12}

ثالثا : الهندسة وحساب المثلثات

١- القياس الدائرى



يتناسب طول القوس S لقوس دائرى مع نصف القطر r وذلك عند ثبوت الزاوية

θ حيث : $\theta = sr \Leftrightarrow \theta = \frac{s}{r}$

****

٢- المساحات والحجوم

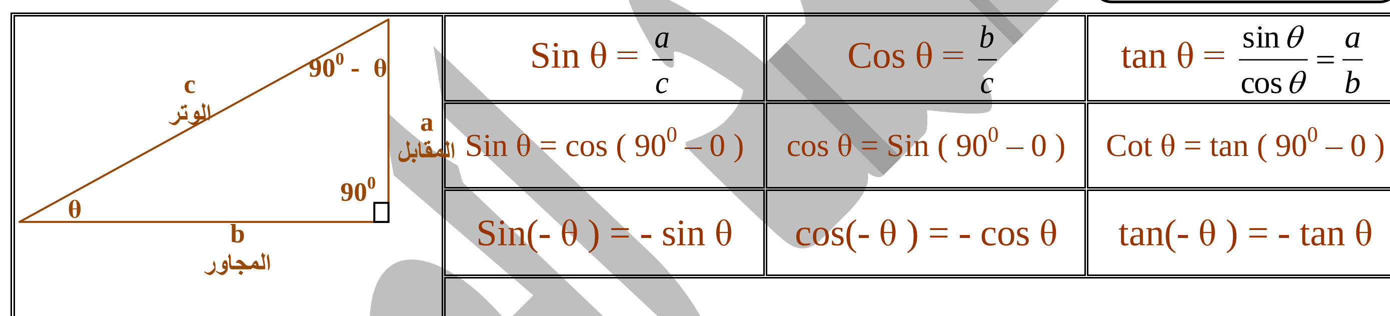
الشكل	القوانين	الرسم	الشكل	القوانين	الرسم
الكرة	مساحة السطح = $4\pi r^2$ الحجم = $\frac{4}{3}\pi r^2$	r	**الدائرة**	المحيط = $2\pi r$ المساحة = πr^2	r
الأسطوانة	مساحة السطح = $\pi r L$ الحجم = $\pi r^2 L$	r, L	**المستطيل**	المحيط = $2 L W$ المساحة = LW	L, W
متوازى المستطيلات	مساحة الاسطح = $2(Lh + hw + Lw)$ الحجم = $L W h$	h, L, W	**المربع**	المحيط = $4 L$ المساحة = L^2	L, L
المكعب	مساحة وجه المكعب = L^2 مساحة أوجه المكعب = $6L^2$ حجم المكعب = L^3	L, L, L	**المثلث**	المساحة = $\frac{1}{2} bh$	h, b

٣- قيم الدوال المثلثية للزوايا الشائعة الاستخدام :

θ	Sin θ	Cos θ	tan θ
0^0	0	1	0
30^0	1 / 2	$\sqrt{3}/2$	$1/\sqrt{3}$
45^0	$\sqrt{2}/2$	$\sqrt{2}/2$	1
60^0	$\sqrt{3}/2$	1 / 2	$\sqrt{3}$
90^0	1	0	∞

****

٤- الدوال المثلثية



$\text{Sin}\ \theta = \frac{a}{c}$	$\text{Cos}\ \theta = \frac{b}{c}$	$\tan\theta = \frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \frac{a}{b}$
$\text{Sin}\ \theta = \cos(90^0 - 0)$	$\cos\theta = \text{Sin}(90^0 - 0)$	$\text{Cot}\ \theta = \tan(90^0 - 0)$
$\text{Sin}(-\theta) = -\sin\theta$	$\cos(-\theta) = -\cos\theta$	$\tan(-\theta) = -\tan\theta$
$\text{Sin}^2\theta + \cos^2\theta = 1$		

****

رابعا : الاسس العشرية

$10^0 = 1$

$10^1 = 10$

$10^2 = 10 \times 10 = 100$

$10^3 = 10 \times 10 \times 10 = 1000$

$10^4 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10000$

$10^5 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 100000$

$10^n \times 10^m = 10^{n+m}$

$10^{-1} = \frac{1}{10} = 0.1$

$10^{-2} = \frac{1}{10\times10} = 0.01$

$10^{-3} = \frac{1}{10\times10\times10} = 0.001$

$10^{-4} = \frac{1}{10\times10\times10\times10} = 0.0001$

$10^{-5} = \frac{1}{10\times10\times10\times10\times10} = 0.00001$

$\frac{10^n}{10^m} = 10^{n-m}$

****

معادلة الخط المستقيم

المعادلة العامة للخط المستقيم توضع على الصورة التالية :

y = m x + c

حيث y هو المتغير الممثل على المحور الصادي و x هو المتغير الممثل على المحور السيني و m هو ميل الخط المستقيم و c هو الجزء المقطوع من الجزء الموجب للمحور y وتمثل بيانيا بالشكل المقابل ويكون ميل الخط المستقيم هو :

$$m = \tan\theta = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

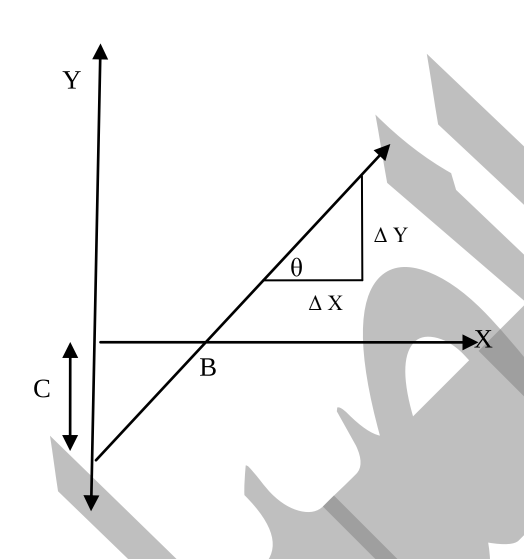
حيث θ هى الزاوية التى يصنعها الخط المستقيم مع المحور x .

****

ونفس الشيء إذا كانت المعادلة على الصورة : y = m x - c

لكن فى هذه الحالة يكون C هو الجزء المقطوع من الجزء السالب للمحور Y ويكون ميل الخط المستقيم هو :

$$m = \tan\theta = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$



ملحوظة

نقطة B يكون عندها قيمة Y = 0 وبالتعويض فى المعادلة الاساسية 0 = m x – c

أى ان m x = c **اذا** $m = \frac{c}{x}$

****

وعندما يكون الجزء المقطوع من محور Y مساويا للصفر أى C = 0 **تصبح المعادلة على الصورة :**

Y = m X

وهى تمثل علاقة خط مستقيم يمر بنقطة الاصل (0 , 0) ويكون :

$$m = \tan\theta = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

****



القياس الفيزيائي

تعريف القياس	هو عملية مقارنة كمية مجهولة بكمية أخرى من نوعها (تسمى وحدة القياس) لمعرفة عدد مرات احتواء الأولى على الثانية .
أهمية القياس	تحول مشاهدتنا الى مقادير كمية يمكن التعبير عنها بواسطة الأرقام ، فمثلا وصف درجة حرارة شخص بأنها مرتفعة غير دقيق علمياً ، والأفضل أن يتم قياس درجة حرارة الشخص باستخدام الترمومتر لمعرفة قيمتها فيقال أن درجة حرارته (40^0 C) مثلاً .
عناصر القياس	(١) الكميات الفيزيائية . (٢) أدوات القياس . (٣) وحدات القياس.

أولا : الكميات الفيزيائية

- الكميات التى نتعامل معها يومياً مثل : الكتلة ، الزمن ، الطول وغيرها تسمى كميات فيزيائية .
- يمكن تصنيف الكميات الفيزيائية الى :

كميات فيزيائية أساسية	كميات فيزيائية مشتقة
هى كميات فيزيائية لا تعرف بدلالة كميات فيزيائية أخرى . أو هى الكميات التى لا يمكن اشتقاقها من كميات أخرى .	هى كميات فيزيائية تعرف بدلالة الكميات الفيزيائية الأساسية . أو هى الكميات التى يمكن اشتقاقها(استنتاجها) بدلالة الكميات الفيزيائية الأساسية .
من أمثلتها الطول - الزمن - الكتلة	**من أمثلتها** الحجم - السرعة - العجلة .
تطبيق : ١- طول المسطرة 20 cm . ٢- قطع المتسابق مسافة 5 km. ٣- كتلة البرتقال 2 kg .	**تطبيق :** ١-مساحة المستطيل = الطول × العرض ٢-حجم متوازى المستطيلات = الطول × العرض × الارتفاع $V_{OL} = L_1 \times L_2 \times L_3$ **أى أن** : المساحة والحجم مشتقان من الطول .

تكامل الفيزياء مع الرياضيات - يتم التعبير عن الكميات الفيزيائية وعلاقتها ببعضها البعض بالمعادلات الرياضية .

المعادلة الرياضية الفيزيائية هى صورة مختصرة لتوصيف فيزيائى ذات مدلول معين يسمى المعنى الفيزيائى.

م	علل لما يأتي	الإجابة
١	**تعتبر الكتلة من الكميات الفيزيائية الأساسية**	لأنها كمية معرفة بذاتها لا تحتاج لكميات فيزيائية أخرى تعرف بدلالتها .
٢	**تعتبر السرعة من الكميات الفيزيائية المشتقة**	لأنه يمكن التعبير عنها بدلالة الكميات الأساسية الطول والزمن حيث ان السرعة = $\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$ **أى أن :** السرعة مشتقة من الطول والزمن .

ثانياً: أدوات القياس

قديماً: كان الانسان يتخذ **١ـ اجزاء جسمه** كوسيلة لقياس الطول ، مثل الذراع وكف اليد والقدم .
٢ـ الظواهر الطبيعية كوسيلة لقياس الزمن ، مثل شروق وغروب الشمس ودورة القمر .

حديثاً: تطورت وتنوعت نظم القياس فى كل دولة نتيجة للتطور الصناعي الهائل والتي ساعدت الانسان على وصف الظواهر بدقة والتوصل الى حقائق الاشياء .



ثالثاً: وحدات القياس

لكل كمية فيزيائية (أساسية أو مشتقة) وحدة قياس تميزها لأن أى مقدار بدون تمييز ليس له معنى ، فمثلاً :

كتلة جسم = ~~5~~
ليس لها معنى لأنها بدون وحدة قياس تميزها

كتلة جسم = 5 kg
لها معنى لان لها وحدة قياس تميزها

علل لما يأتي	الإجابة
لا تكفى الأرقام للتعبير عن الكميات الفيزيائية	لان أى مقدار بدون تمييز ليس له معنى لذلك لابد من وحدات قياس للتعبير الكامل عن الكميات الفيزيائية .

يوجد فى العالم عدة أنظمة لتحديد الكميات الفيزيائية الأساسية ووحدات قياسها ومنها :- النظام الفرنسى - النظام البريطانى . - النظام المترى ، الذى تم تطويره ليصبح النظام الدولى (النظام المترى المعاصر) .

الكمية الأساسية	وحدات القياس: النظام الفرنسى (نظام جاوس) (C . G . S)	النظام البريطانى (F . P . S)	النظام المترى (M . K . S)
الطول	سنتيمتر	قدم	متر
الكتلة	جرام	باوند	كيلو جرام
الزمن	ثانية	ثانية	ثانية

النظام الدولى للوحدات (SI)

تم إضافة أربع وحدات للنظام المترى السابق وأصبح على الصورة :

م	الكمية الفيزيائية		الوحدة فى النظام الدولى	
١	الطول	(L)	المتر	Meter (m)
٢	الكتلة	(M)	كيلوجرام	Kilogram (Kg)
٣	الزمن	(t)	ثانية	Second (s)
٤	شدة التيار الكهربى	(I)	أمبير	Ampere (A)
٥	درجة الحرارة المطلقة	(T)	كلفن	Kelvin (K)
٦	كمية المادة	(n)	مول	Mole (mol)
٧	شدة الإضاءة	(I_Y)	الكانديلا	Candela (cd)
ثم أضيفت وحدتان إضافيتان هما :				
٨	الزاوية المسطحة	راديان	Radian	
٩	الزاوية المجسمة	استرديان	Steradian	

علماء أفادوا البشرية

وليام طومسون	أحمد زويل
عالم بريطاني .	عالم مصري .
أحد أبرز لعلماء الذين طوروا النظام المترى .	حصل على جائزة نوبل عام ١٩٩٩م.
قام بتعيين درجة الصفر المطلق على مقياس (كلفن) لدرجات الحرارة بدقة تامة ووجد أنها تساوى (- 273º C) .	استخدم الليزر فى دراسة التفاعلات الكيميائية بين الجزئيات والتى تحدث فى فترة زمنية تقاس بالفيمتو ثانية (10^{-15}s) .

الوحدات المرجعية (المعيار)

هى الكمية التى تستخدم لنقارن بها الكميات الفيزيائية الأخرى التى من نفس نوعها وتتميز بـ:

❶ الدقة الى أقصى حد ممكن . ❷ ثابتة باختلاف الظروف المحيطة . ❸ غير قابلة للتلف .

أولا : معيار الطول (المتر)

- يعتبر الفرنسيون أول من استخدم المتر كوحدة عيارية لقياس الطول .

المتر العيارى

هو المسافة بين علامتين محفورتين عند نهايتى ساق من سبيكة البلاتين - الايريديوم محفوظة عند درجة الصفر سيلزيوس فى المكتب الدولى للموازين والمقاييس بالقرب من باريس .

ملحوظة

تغير تعريف المتر العيارى الى المتر العيارى الذرى بحثاً عن التعريف الأكثر دقة حيث تصل نسبة الخطأ فيه الى أجزاء من الميكرون.

المتر العياري الجديد (الذرى)

يساوى عدد معلوم (1650763.73) من الأطوال الموجية للضوء الأحمر - البرتقالي المنبعث فى الفراغ من ذرات نظير عنصر الكريبتون ذي الكتلة الذرية 86 فى أنبوبة تفريغ كهربائي بها غاز الكريبتون .

ثانياً : معيار الكتلة (الكيلوجرام)

الكيلوجرام العيارى : يساوى كتلة اسطوانة من سبيكة البلاتين - الايريديوم ذات أبعاد محددة محفوظة عند درجة الصفر سيلزيوس فى المكتب الدولى للموازين والمقاييس بالقرب من باريس .

تمتاز سبيكة البلاتين الايريديوم عن المواد الأخرى مثل الزجاج بـ :

١- الصلابة .
٢- عدم التفاعل مع الوسط المحيط .
٣- لا تتأثر بتغير درجة الحرارة .

ثالثاً : معيار الزمن (الثانية)

– قديماً استخدم الليل والنهار واليوم للعثور على مقياس ثابت وسهل لوحدة الزمن (الثانية) حيث أن
اليوم الشمسى المتوسط = 24 ساعة ، والساعة = 60 دقيقة ، والدقيقة = 60 ثانية
اذا : عدد ثوانى اليوم الشمسى المتوسط = 24 × 60 × 60 = 86400 ثانية .

الثانية تساوى عددياً $\frac{1}{86400}$ من اليوم الشمسى المتوسط

– حديثاً : استخدمت الساعات الذرية (مثل ساعة السيزيوم لمعايرة الثانية وذلك لدقتها المتناهية ، كما أنها تستخدم فى دراسة عدد كبير من المسائل ذات الأهمية العلمية والعملية مثل :

١) تحديد مدة دوران الأرض حول نفسها (زمن اليوم) .
٢) مراجعات لتحسين الملاحة الجوية والأرضية .
٣) تدقيق رحلات سفن الفضاء لاكتشاف الكون .

تعريف أخر للثانية باستخدام السيزيوم

الثانية الفترة الزمنية اللازمة لينبعث من ذرة السيزيوم ذو الكتلة الذرية 133 عدد من الموجات يساوى 9192631700 موجة

م	علل لما يأتي	الإجابة
١	تعددت أدوات قياس الطول والكتلة والزمن	لتعدد الاستخدامات
٢	تفضل ساعة السيزيوم فى قياس الزمن	لأنها فى غاية الدقة حيث ان دقتها جزء من مائة الف مليون جزء من الثانية .

معادلة الأبعاد

هى صيغة تعبر عن معظم الكميات الفيزيائية المشتقة بدلالة أبعاد الكميات الفيزيائية الأساسية وهى الطول والكتلة والزمن مرفوع كل منها لأس معين ويكتب التعبير الناتج على الصورة الآتية : $[A] = M^{\pm a} . L^{\pm b} . T^{\pm c}$.

خطوات كتابة معادلة الأبعاد

١) كتابة العلاقة الرياضية التى تعبر عن الكمية الفيزيائية المطلوب تعيين معادلة أبعادها .
٢) كتابة العلاقة الرياضية بدلالة الكميات الفيزيائية الأساسية (M , L , T) الى الأس المناسب .
٣) رفع الرموز M , L , T الى الأس المناسب .
٤) فى حالة عدم وجود أى من الكميات الفيزيائية (الكتلة - الطول - الزمن) فى العلاقة يمثل بعدها بـ :
M^0 أو L^0 أو T^0 حيث $X^0 = 1$ فلا تكتب .

الكميات الفيزيائية	علاقتها مع الكميات الأخرى	معادلة الأبعاد	وحدة القياس
المساحة (A)	الطول × العرض	$L \times L = L^2$	m^2
الحجم (V)	الطول × العرض × الارتفاع	$L \times L \times L = L^3$	m^3
الكثافة (ρ)	$\frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$	$\frac{M}{L^3} = ML^{-3}$	Kg/m^3
السرعة (v)	$\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$	$\frac{L}{T} = LT^{-1}$	m/s
العجلة (a)	$\frac{\text{السرعة}}{\text{الزمن}}$	$\frac{LT^{-1}}{T} = LT^{-2}$	m/s^2
القوة (F)	الكتلة × العجلة	$M \times LT^{-2} = MLT^{-2}$	N
الشغل (W)	القوة × الإزاحة	$M \times LT^{-2} \times L = ML^2T^{-2}$	$Kg.m^2/s^2$
الضغط (P)	$\frac{\text{القوة}}{\text{المساحة}}$	$\frac{MLT^{-2}}{L^2} = ML^{-1}T^{-2}$	N/m^2
القدرة (P_W)	$\frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}}$	$\frac{ML^2T^{-2}}{T} = ML^2T^{-3}$	J/s = W
التردد (υ)	$\frac{1}{\text{الزمن الدورى}}$	$\frac{1}{T} = T^{-1}$	$Hz = s^{-1}$

الملاحظة	مثال
عند جمع أو طرح كميتين فيزيائيتين يجب أن تكونا من نفس النوع ولهما نفس معادلة الأبعاد ونفس وحدة القياس .	يمكن جمع كتلة 2kg مع كتلة 2kg ، ولا يمكن طرح كتلة 2kg مع مسافة 2m .
إذا كانت وحدة القياس مختلفة لكميتين من نفس النوع فيجب أن نحول وحدة قياس إحداهما الى وحدة قياس الأخرى لكى يمكن جمع أو طرح الكميتين مع بعضهما .	1m + 170 cm = 100 cm + 170 cm = 270 cm
يمكن ضرب وقسمة الكميات الفيزيائية التى ليس لها نفس معادلة الأبعاد وفى هذه الحالة نحصل على كمية فيزيائية جديدة .	المسافة على الزمن تنتج السرعة
الثوابت العددية ليس لها وحدة قياس أو معادلة أبعاد .	π - ¼ - 5
الدوال المثلثية ليس لها وحدة قياس أو معادلة أبعاد .	Sin - cos - tan

أهمية معادلات الأبعاد

١) تستخدم فى اختبار صحة القوانين .
أى : يجب أن يكون كل من طرفي المعادلة متماثلة وهو ما يسمى (تحقيق تجانس الأبعاد للمعادلة) .
٢) استنباط وحدة قياس أى كمية مشتقة .
٣) التأكد من إمكانية جمع أو طرح كميتين فيزيائيتين من أن لهما نفس معادلة الأبعاد .
٤) استنباط وحدة قياس ومعادلة الأبعاد لأى ثابت تناسب فيزيائى .

أمثلة محلولة

(١) اثبت صحة العلاقة : طاقة الحركة = $\frac{1}{2}$ الكتلة × مربع السرعة ، إذا علمت أن معادلة أبعاد الطاقة هى : $E = ML^2T^{-2}$

الحل

معادلة أبعاد الطرف الأيمن هى ML^2T^{-2}

معادلة أبعاد الطرف الأيسر هى $M\frac{L^2}{T^2} = ML^2T^{-2}$ (يلاحظ أن الكسر $\frac{1}{2}$ ليس له وحدة قياس) .

النتيجة : أبعاد طرفي المعادلة متطابقة . الاستنتاج : المعادلة صحيحة .

****

(٢) اقترح احد الأشخاص أن حجم الاسطوانة يتعين من العلاقة (V = π r h) حيث (r) هى نصف القطر ، (h) ارتفاع الاسطوانة ، استخدم معادلة الأبعاد لكى تتحقق من صحة هذه المعادلة .

الحل

تكتب المعادلة V = π r h (ويلاحظ أن π ثابت ليس له وحدات) .

معادلة أبعاد الطرف الأيسر (الحجم) L^3 .

معادلة أبعاد الطرف الأيمن هى (طول x طول) L^2

النتيجة : أبعاد طرفي المعادلة غير متطابقة . الاستنتاج : المعادلة خطأ .

****

(٣) تخضع حركة جسم تحت تأثير الجاذبية الأرضية للعلاقة : $V_f = V_i + gt$ أثبت صحة هذه العلاقة باستخدام معادلات الأبعاد علماً بان g هى عجلة الجاذبية الأرضية ، t الزمن ، V_f السرعة النهائية ، V_i السرعة الابتدائية .

الحل

معادلة أبعاد الطرف الأيسر (السرعة) LT^{-1} .

معادلة أبعاد الطرف الأيمن (سرعة + عجلة × زمن) $LT^{-1} + LT^{-2} . T \quad T^{-1} = 2L$

النتيجة : أبعاد طرفي المعادلة متطابقة . الاستنتاج : المعادلة صحيحة .

****

ملاحظات هامة

(١) اختلاف معادلة الأبعاد على طرفي المعادلة يؤكد خطأها .

(٢) وجود نفس معادلة الأبعاد على طرفي المعادلة لا يضمن صحتها

مثال : $KE=3mv^2$ الطرفان لهما نفس معادلة الأبعاد ولكن الثابت 3 غير صحيح والصحيح $KE = \frac{1}{2}mv^2$

****

م	علل لما يأتي	الإجابة
١	لا يمكن إضافة سرعة الى قوة	لأنه لا يمكن إضافة كمية فيزيائية الى أخرى الا إذا كان لهما نفس معادلة الأبعاد والسرعة معادلة أبعادها LT^{-1} والقوة معادلة أبعادها MLT^{-2}
٢	أهمية دراسة معادلة الأبعاد لطرفي أى معادلة	للتحقق من صحة المعادلة من خلال تجانس أبعاد طرفي المعادلة .
٣	يكفى استخدام معادلة الأبعاد لإثبات خطأ القوانين ولا يكفى لإثبات صحتها .	لان عدم تطابق معادلة الأبعاد بين طرفي المعادلة يعنى أن المعادلة غير ممكنة فيزيائيا ويكون القانون خاطئ ، ولكن تطابقهما لا يعنى بالضرورة صحة القوانين فقد يحتوى القانون على ثابت عددى قيمته خاطئة تخل بصحة القانون

مضاعفات وكسور الوحدات فى النظام العالمى

أ - فى عملية القياس توصف الكمية الفيزيائية بـ (رقم عددي - وحدة قياس) وقد تكون

(١) كبيرة جداً : مثل المسافة بين النجوم كبيرة جداً وتقدر بحوالي (100,000,000,000,000,000 m) .

(٢) صغيرة جدا : مثل المسافة بين الذرات فى الجوامد وتقدر بحوالى (0.000000001m) .

ونظراً للصعوبة الكبيرة فى قراءة هذه الأرقام يفضل التعبير عنها وكتابتها باستخدام الرقم 10 مرفوعاً لأس معين وبهذه الطريقة تكتب:

(١) المسافة بين النجوم على الصورة ($1\times10^{17}m$).

(٢)المسافة بين الذرات فى الجوامد على الصورة ($1\times10^{-9}m$)

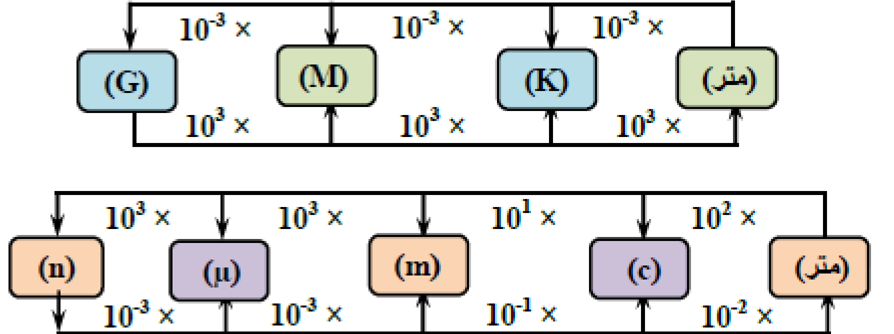
ب - تسمى الطريقة السابقة فى التعبير عن الكميات الفيزيائية بـ (الصيغة المعيارية لكتابة الأعداد) .

جـ- سمى المعامل $10^{\pm x}$بأسماء محددة تم الاتفاق عليها بين العلماء و هى موضحة بالجدول التالى :

المعامل	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^{-2}	10^{3}	10^{6}	10^{9}
المسمى	نانو	ميكرو	مللى	سنتى	كيلو	ميجا	جيجا
الرمز	n	μ	m	c	k	M	G

الصيغة المعيارية لكتابة الأعداد

هى طريقة للتعبير عن الكميات العددية الكبيرة جداً أو الصغيرة جداً باستخدام الرقم 10 مرفوعاً لأس معين .



أمثلة محلولة

(١) خزان يبلغ حجم الماء فيه ($9m^3$) أوجد حجم الماء بوحدة (cm^3) .

الحل

بما أن : $1\ cm = 10^{-2}\ m$

بالضرب × 100 $100\ cm = 1\ m$

إذا : $9\ m^3 = 9\ (100\ cm)^3 = 9\times10^6\ cm^3$

****

(٢) تيار كهربي شدته 7 مللى أمبير (7mA) ، عبر عن شدة هذا التيار بوحدة الميكرأمبير (μA) .

الحل

$1mA = 10^{-3}\ A$

$1\mu A = 10^{-6}\ A$

بقسمة العلاقتين السابقتين ينتج أن : $\frac{1mA}{1\mu A}=10^{3}$

أى أن : $1mA = 10^3\mu A$

وبضرب الطرفين فى (7) نجد أن : $7\ mA = 7\times10^3\ \mu A$

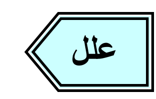
معنى هذا أن : 7 مللى أمبير = 7000 ميكرو أمبير .

أنواع القياس

وجه المقارنة	القياس المباشر	القياس غير المباشر
عدد عمليات القياس	يتم فيه إجراء عملية قياس واحدة .	يتم فيه إجراء أكثر من عملية قياس .
عدد أدوات القياس	يتم فيه استخدام أداة قياس واحدة.	يتم فيه استخدام أكثر من أداة قياس .
العمليات الحسابية	لا يتم التعويض فى علاقة رياضية .	يتم التعويض فى علاقة رياضية لحساب الكمية
الأخطاء فى القياس	يكون هناك خطأ واحد فى عملية القياس	يكون هناك عدة أخطاء فى عملية القياس (فيحدث ما يعرف بتراكم الخطأ) .
أمثلة	١ـ قياس الحجم باستخدام المخبار المدرج. ٢ـ قياس كثافة السائل باستخدام الهيدروميتر ، والذى ينتج عنه خطأ واحد فى القياس .	١ـ قياس الحجم بضرب الطول × العرض × الارتفاع . ٢ـ قياس كثافة السائل عن طريق قياس الكتلة بالميزان وقياس الحجم بالمخبار المدرج ثم حساب الكثافة بقسمة الكتلة على الحجم ، والذى ينتج عنه خطأين فى القياس.

خطأ القياس

دائماً يكون هناك اختلافاً بين القيمة المقاسة والقيمة الحقيقية ويكون هذا الاختلاف طفيفاً أو كبيراً حسب دقة القياس .



لا يمكن أن تتم عملية قياس بدقة 100%
وذلك لعدة أسباب وهى :

(١)	اختيار أداة قياس غير مناسبة	كاستخدام الميزان المعتاد بدلاً من الميزان الحساس لقياس كتلة خاتم ذهبي
(٢)	وجود عيب فى أداة القياس	مثال عيوب جهاز الأميتر : (أ) قد يكون الجهاز قديماً والمغناطيس داخله أصبح ضعيفاً . (ب) خروج مؤشر المقياس عن صفر التدريج عند قطع التيار .
(٣)	إجراء القياس بطريقة خاطئة	قد تنتج أخطاء من الأشخاص المستجدين وغير المدربين على إجراء القياس بدقة مثل (أ) استخدام الأجهزة متعددة التدريج مثل المليمتر . (ب) النظر الى المؤشر أو التدريج بزاوية بدلاً من أن يكون خط الرؤية عمودياً على الأداة .
(٤)	عوامل بيئية	مثل : درجات الحرارة أو الرطوبة أو التيارات الهوائية

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	يجب وضع الميزان الحساس داخل صندوق زجاجي	لان عند قياس كتلة جسم صغير باستخدامه تؤدى التيارات الهوائية الى حدوث خطأ فى عملية القياس .
٢	لا يصلح الميزان المعتاد لقياس كتلة صغيرة مثل خاتم ذهبي .	لان عند قياس كتلة جسم صغير باستخدامه تؤدى التيارات الهوائية الى حدوث خطأ فى عملية القياس .
٣	يفضل عند إجراء عملية القياس تكرار القياس عدة مرات وحساب المتوسط.	لتقليل مقدار الخطأ الذى قد يحدث أثناء القياس .

٤	**عند قياس حجم سائل بواسطة المخبار المدرج يجب أن يكون خط الرؤية عمودي على تدريج المخبار .**	حتى يتم القياس بصورة دقيقة .

م	الأداة	احتياطات استخدامها
١	**المسطرة المترية فى قياس طول جسم ما**	- عدم النظر الى التدريج بزاوية بل النظر بحيث يكون خط الرؤية عموديا ً على التدريج . - أو يكون الطول المقاس مناسب لتدريج المسطرة فلا تستخدم مثلا ً فى قياس أطوال صغيرة جدا ً .
٢	**الأميتر لقياس شدة التيار**	- التأكد من عدم ضعف المغناطيس الذى بداخل الأميتر . - وجود المؤشر فى البداية عند صفر التدريج .
٣	**المخبار المدرج لقياس حجم سائل**	عدم النظر الى التدريج بزاوية بل النظر بحي يكون خط الرؤية عموديا ً على التدريج .
٤	**الميزان الحساس**	- أن تكون كتلة الجسم صغيرة . - عدم وجوده فى تيارات هوائية .

١- حساب الخطأ فى حالة القياس المباشر

الخطأ المطلق (Δx)	الخطأ النسبى (r)
هو الفرق بين القيمة الحقيقية (X_0) والقيمة المقاسة (x)	هو النسبة بين الخطأ المطلق Δx الى القيمة الحقيقية x_0
$\Delta x = \lvert X_0 - X \rvert$	$r = \frac{\Delta x}{x_0}$
له وحدة قياس هى نفس وحدة قياس الكمية المقاسة	ليس له وحدة قياس لأنه نسبة بين كميتين فيزيائيتين لهما نفس وحدة القياس
تدل علامة المقياس | | على أن الناتج يكون دائما ً موجب حتى لو كانت الكمية الحقيقية أقل من الكمية المقاسة لان المهم هو معرفة مقدار الخطأ سواء كان بالزيادة أو النقصان . مثال : $\lvert 8 \rvert = 8$, $\lvert -8 \rvert = 8$	

ملاحظات هامة
(١) الخطأ النسبى أكثر دلالة على دقة القياس من الخطأ المطلق .
(٢) يكون القياس أكثر دقة كلما كان الخطأ النسبى صغيرا ً .

٢- حساب الخطأ فى حالة القياس غير المباشر

تختلف طريقة حساب الخطأ فى حالة القياس غير المباشر تبعا ً للعلاقة الرياضية أثناء عملية الحساب كما يلى :

العلاقة الرياضية	أمثلة	كيفية حساب الخطأ
الجمع	قياس حجم كميتين من سائل . $V = V_1 + V_2$	الخطأ المطلق(ΔX) = الخطأ المطلق فى القياس الأول + الخطأ المطلق فى القياس الثانى . $\Delta X = \Delta X_1 + \Delta X_2$ الخطأ النسبى(r) = $\frac{\text{الخطأ المطلق}}{\text{القيمة الحقيقية}} = \frac{\Delta x}{x_0}$
الطرح	قياس حجم قطعة نقود بطرح حجم الماء قبل وضعها فى مخبار مدرج من حجم الماء بعد وضعها فى المخبار . $V = V_1 - V_2$	
الضرب	قياس مساحة مستطيل بقياس الطول وقياس العرض وإيجاد حاصل ضربهما .	الخطأ النسبى = الخطأ النسبى فى القياس الأول + الخطأ النسبى فى القياس الثانى $r = r_1 + r_2$ الخطأ المطلق = الخطأ النسبى × القيمة الحقيقية
القسمة	قياس كثافة سائل بقياس الكتلة والحجم ثم إيجاد ناتج قسمة الكتلة على الحجم	

أمثلة محلولة

(١) قام احد الطلاب بقياس طول قلم رصاص عملياً ووجد أنه يساوى (9.9 cm) وكانت القيمة الحقيقية لطول القلم تساوى(10 cm) بينما قام زميله بقياس طول الفصل ووجد أنه يساوى (9.13 m) فى حين أن القيمة الحقيقية لطول الفصل تساوى (9.11 m) احسب الخطأ المطلق والنسبي فى كل حالة .

الحل

فى حالة الطالب الأول : $\Delta x = |X_0 - X| = |10 - 9.9| = 0.1\ cm$ الخطأ المطلق

$r = \frac{\Delta x}{x_0} = \frac{0.1}{10} = 0.01 = 1\%$ الخطأ النسبى

فى حالة الطالب الثانى: $\Delta x = |X_0 - X| = |9.11 - 9.13| = |-0.02|m = 2\ cm$ الخطأ المطلق

$r = \frac{\Delta x}{x_0} = \frac{0.02}{9.11} = 0.0022 = 0.22\%$ الخطأ النسبى

ويمكن التعبير عن نتيجة عملية القياس كالتالى :

(١) طول القلم الرصاص يساوى (10 ± 0.1) cm . (٢) طول الفصل يساوى (9.11 ± 0.02) m .

****

(٢) فى تجربة معملية لتعيين كمية فيزيائية (L) التى تتعين من جمع كميتين فيزيائيتين L_1, L_2 إذا كانت :

$L_2 = (5.8 \pm 0.2)cm$ و $L_1 = (5.2 \pm 0.1)cm$ **أحسب قيمة L ؟**

الحل

$L_0 = (5.2 + 5.8) = 11cm$ القيمة الحقيقية لـ (L)

$\Delta L = (0.1 + 0.2) = 0.3\ cm$

$L = (11 \pm 0.3)\ cm$

****

(٣) قام طالب بقياس طول كتاب الفيزياء فوجد أنه 28.7cm وكانت القيمة الحقيقية هى 28 cm وقام طالب أخر بقياس طول الطاولة فكانت 3.95cm ولكن الطول الحقيقى لها 4m احسب أيهما كان أكثر دقة فى القياس .

الحل

فى حالة كتاب الفيزياء : $\Delta x = |X_0 - X| = |28 - 28.7| = 0.7\ cm$ الخطأ المطلق

$r = \frac{\Delta x}{x_0} = \frac{0.7}{28} = 0.025 = 2.5\%$ الخطأ النسبى

فى حالة كتاب الطاولة : $\Delta x = |X_0 - X| = |4 - 3.95| = 0.05\ cm$ الخطأ المطلق

$r = \frac{\Delta x}{x_0} = \frac{0.05}{4} = 0.0125 = 1.25\%$ الخطأ النسبى

قياس طول الطاولة أكثر دقة لان الخطأ النسبى اقل .

****

(٤) أحسب الخطأ النسبى والخطأ المطلق فى قياس مساحة مستطيل (A) طوله (6±0.1)m وعرضه (5±0.2)m.

الحل

$r_1 = \frac{\Delta x}{x_0} = \frac{0.1}{6} = 0.017$ الخطأ النسبى فى قياس الطول

$r_2 = \frac{\Delta y}{y_0} = \frac{0.2}{5} = 0.04$ الخطأ النسبى فى قياس العرض

$r = r_1 + r_2 = 0.017 + 0.04 = 0.057$ الخطأ النسبى فى قياس المساحة

وبما أن : $r = \frac{\Delta A}{A_0}$ إذا : الخطأ المطلق = الخطأ النسبى × المساحة الحقيقية

$\Delta A = r \times A_0 = (0.057) \times (5 \times 6) = 1.71 m^2$

إذا : مساحة المستطيل : A = (30±1.7) m²

(٥) أحسب الخطأ النسبى والخطأ المطلق فى قياس حجم متوازي مستطيلات إذا كانت نتائج قياس أبعاده على النحو التالى :

البعد	الكميـة المقاسة (cm)	الكميـة الحقيقيـة (cm)
الطول (x)	4.3	4.4
العرض (y)	3.3	3.5
الارتفاع (z)	2.8	3

الحل

أولا : حساب الخطأ النسبى :

الخطأ النسبى فى قياس الطول

$$r_1 = \frac{\Delta x}{x_0} = \frac{|4.4 - 4.3|}{4.4} = 0.023$$

الخطأ النسبى فى قياس العرض

$$r_2 = \frac{\Delta y}{y_0} = \frac{|3.5 - 3.3|}{3.5} = 0.057$$

الخطأ النسبى فى قياس الارتفاع

$$r_3 = \frac{\Delta z}{z_0} = \frac{|3 - 2.8|}{3} = 0.067$$

الخطأ النسبى فى قياس الحجم

$$r = r_1 + r_2 + r_3 = 0.023 + 0.057 + 0.076 = 0.147$$

ثانيا : حساب الخطأ المطلق :

الحجم الحقيقى لمتوازي المستطيلات

$$V_0 = X_0 Y_0 Z_0 = 4.3 \times 3.5 \times 3 = 46.2 cm^3$$

وبما أن : $r = \frac{\Delta V}{V_0}$ ، $\Delta V = r V_0$

$$\Delta V = 0.147 \times 46.2 = 6.79 cm^3$$

****

م	ما معنى قولنا أن	الإجابة
١	**الخطأ المطلق فى قياس طول الحائط =** 10cm	أى أن الفرق بين القيمة الحقيقية لطول الحائط والقيمة المقاسة = 10 cm
٢	**الخطأ النسبى فى قياس المسافة بين بيتين =** 0.05	أى أن النسبة بين الخطأ المطلق والقيمة الحقيقية للمسافة بين البيتين = 0.05

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	**قياس الكثافة بواسطة الهيدروميتر أدق من قياسها بواسطة الميزان والمخبار المدرج**	لان استخدام الهيدروميتر لقياس كثافة سائل يعتبر قياس مباشر إما استخدام الميزان والمخبار المدرج قياس غير مباشر والقياس المباشر أدق من القياس غير المباشر .
٢	**دقة القياس المباشر أكبر من دقة القياس غير المباشر .**	لان الخطأ فى القياس غير المباشر يكون مركب من عدة أخطاء لذا يحدث ما يعرف بتراكم الخطأ ، أما فى القياس المباشر فهناك خطأ واحد فى عملية القياس .
٣	**الخطأ النسبى هو الأكثر دلالة على دقة القياس من الخطأ المطلق**	لان الخطأ النسبى يعطى النسبة بين الخطأ المطلق والقيمة الحقيقية للكمية المقاسة وليس قيمة الخطأ فقط . أو لان الخطأ النسبى يحسب الخطأ لكل وحدة بينما الخطأ المطلق يحسب الخطأ فى القياس ككل .
٤	**قيمة الخطأ المطلق موجبة دائماً .**	لان الخطأ المطلق يتعين من العلاقة $\Delta X = \|X_0 - X\|$ والمقياس | | دائماً يعطى قيمة موجبة حيث أن الهدف من حساب الخطأ المطلق هو معرفة مقدار الخطأ سواء بالزيادة أو النقصان .
٥	**الخطأ النسبى ليس له وحدة قياس .**	لأنه عبارة عن نسبة بين كميتين متماثلتين (من نوع واحد)

الفصل الثانى

الكميات القياسية والكميات المتجهة

مقدمة

(١) إذا ذكرنا أن جسماً درجة حرارته (٣٧˚c) فهذه معلومة كاملة (درجة الحرارة كمية قياسية) .
(٢) إذا ذكرنا أن سيارة تتحرك بسرعة (50 km/h) نكون ذكرنا المقدار ووحدة القياس ولكننا لم نذكر فى أى اتجاه تتحرك السيارة (شرقاً أم غرباً أم أى اتجاه) .
(٣) يمكن كتابة سرعة السيارة بصورة كاملة (50 km/h شرقاً) فنكون حددنا المقدار والاتجاه معاً ليكتمل المعنى (السرعة كمية متجهة) .

تصنيف الكميات الفيزيائية

كمية قياسية	كمية متجهة
هى كمية فيزيائية تعرف تماماً بمقدارها فقط وليس لها اتجاه .	هى كمية فيزيائية تعرف تماماً بمقدارها واتجاهها معاً .
مثل : المسافة - الزمن - الكتلة - درجة الحرارة - الطاقة .	مثل : الإزاحة - السرعة - العجلة - القوة .

المسافة	الإزاحة
هى طول المسار المقطوع أثناء الحركة من موضع الى أخر .	هى المسافة المستقيمة فى اتجاه معين من نقطة بداية الى نقطة نهاية.
كمية قياسية يلزم معرفة مقدارها فقط .	كمية متجهة يلزم معرفة مقدارها واتجاهها معاً.

ملاحظات هامة

(١) يتساوى مقدار المسافة مع مقدار الإزاحة عندما يتحرك الجسم فى اتجاه ثابت (فى خط مستقيم) .
(٢) تنعدم الإزاحة عندما تتطابق نقطة البداية مع نقطة النهاية (يعود الجسم الى نقطة البداية مرة أخرى) .

م	ما معنى قولنا أن	الإجابة
١	**المسافة التى يقطعها جسم =** 10m	أى أن طول المسار المقطوع أثناء حركة الجسم من موضع لأخر = 10m
٢	**إزاحة سيارة =** 500m	أى أن المسافة المستقيمة التى تقطعها السيارة فى اتجاه معين من نقطة البداية الى نقطة النهاية = 500m .
٣	**إزاحة جسم ما =** 0	أى أن الموضع النهائى للحركة هو نفس الموضع الابتدائى لها .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	**تختلف الكميات الفيزيائية المتجهة عن الكميات القياسية**	لان الكميات المتجهة يلزم لتعريفها تعريفاً تاماً معرفة مقدارها واتجاهها بينما الكميات القياسية يلزم لتعريفها معرفة مقدارها فقط .
٢	**تعتبر المسافة كمية قياسية بينما الإزاحة كمية متجهة**	لان المسافة تعرف بدلالة المقدار فقط أما الإزاحة فهى تعرف بدلالة المقدار والاتجاه .

م	متى يحدث الآتي	الإجابة
١	المسافة = الإزاحة	عندما يتحرك الجسم فى خط مستقيم (فى اتجاه ثابت).
٢	الإزاحة = صفر	عندما تنطبق نقطة البداية على نقطة النهاية (يعود الجسم مرة أخرى الى نقطة البداية).
٣	الإزاحة اقصر من المسافة	عندما يتحرك فى مسار منحنى .

إرشادات لحل المسائل

(١) لحساب المسافة (بغض النظر عن اتجاه حركة الجسم) نقوم بجمع جميع المسافات التى تحركها الجسم .

(٢) لحساب الإزاحة

- إذا كانت الإزاحتين فى اتجاه واحد : فان الإزاحة المحصلة = مجموع الإزاحتين .
- إذا كانت الإزاحتين فى اتجاهين متضادين : فان الإزاحة المحصلة = الفرق بين الإزاحتين .
- إذا كانت الإزاحتين فى اتجاهين متعامدين : فان الإزاحة المحصلة = الجذر التربيعى لمجموع الإزاحتين .

(٣) إذا تحرك الجسم فى مسار دائري وقطع :

- دورة كاملة : فان المسافة = ٢ط نق ، الإزاحة = صفر . $(d = 0 , s = 2\pi r)$
- نصف الدورة : فان المسافة = ط نق ، الإزاحة = ٢ نق . $(d = 2r , s = \pi r)$

****

أمثلة محلولة

(١) تحرك عداء إزاحة مقدارها (50m) غرباً ثم تحرك فى عكس الاتجاه إزاحة مقدارها (30m) شرقاً ، أحسب المسافة والإزاحة التى قطعها هذا العداء .

الحل

المسافة المقطوعة $s = 50 + 30 = 80\ m$

الإزاحة المقطوعة $d = +50 - 30 = +20\ m$ غرباً

الإزاحة فى اتجاه الغرب موجبة وفى اتجاه الشرق سالبة .

****

(٢) يتحرك رجل فى خط مستقيم من نقطة A الى نقطة B مسافة 12m ثم عاد من B الى A مرة أخرى ، اوجد المسافة والإزاحة .

الحل

$s = 12 + 12 = 24m \quad , \quad d = 12 - 12 = 0$

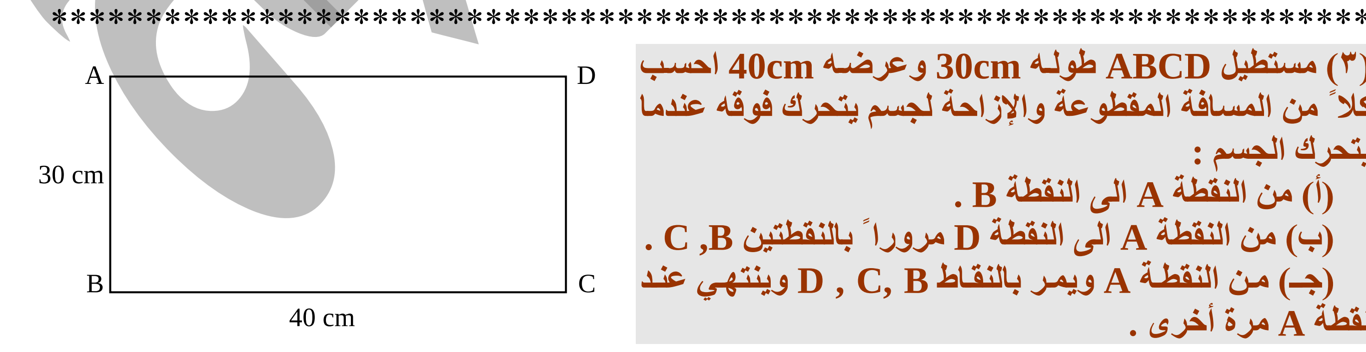
****

(٣) مستطيل ABCD طوله 30cm وعرضه 40cm احسب كلاً من المسافة المقطوعة والإزاحة لجسم يتحرك فوقه عندما يتحرك الجسم :

(أ) من النقطة A الى النقطة B .

(ب) من النقطة A الى النقطة D مروراً بالنقطتين B, C .

(جـ) من النقطة A ويمر بالنقاط B, C, D وينتهي عند نقطة A مرة أخرى .



الحل

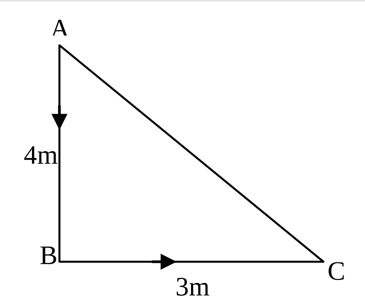
(أ) $s = 30\ cm \quad , \quad d = 30\ cm$

(ب) $s = 30 + 40 + 30 = 100\ cm \quad , \quad d = 40\ cm$

(جـ) $s = 30 + 40 + 30 + 40 = 140cm \quad , \quad d = 0$

****

(٤) جسم يتحرك من نقطة A الى النقطة C مروراً بالنقطة B كما بالشكل ، أوجد المسافة والإزاحة .



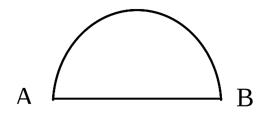
الحل

$$s = 3 + 4 = 7m$$

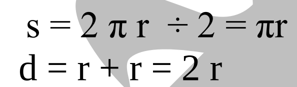
$$d = \sqrt{(3)^2 + (4)^2} = \sqrt{9+16} = \sqrt{25} = 5m$$

****

(٥) تحركت سيارة على محيط دائرة من نقطة A الى نقطة B اوجد المسافة والإزاحة



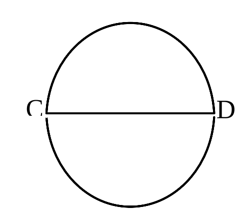




, $d = r + r = 2r$

****

(٦) تحرك أتوبيس على محيط دائرة قطرها 28m من نقطة C الى نقطة D ثم الى C مرة أخرى . أوجد المسافة المقطوعة والإزاحة الحادثة .



الحل



$$s = 2\pi r = 2 \times \frac{22}{7} \times 14 = 88m$$

$$d = 0$$

****

(٧) يتحرك جسم على محيط دائرة مركزها النقطة C) علماً بأن نصف قطرها (2 cm من النقطة a الى النقطة b احسب الإزاحة التى يقطعها الجسم عندما يتحرك

(أ) نصف دورة (ب) ثلاثة ارباع دورة (جـ) دورة كاملة

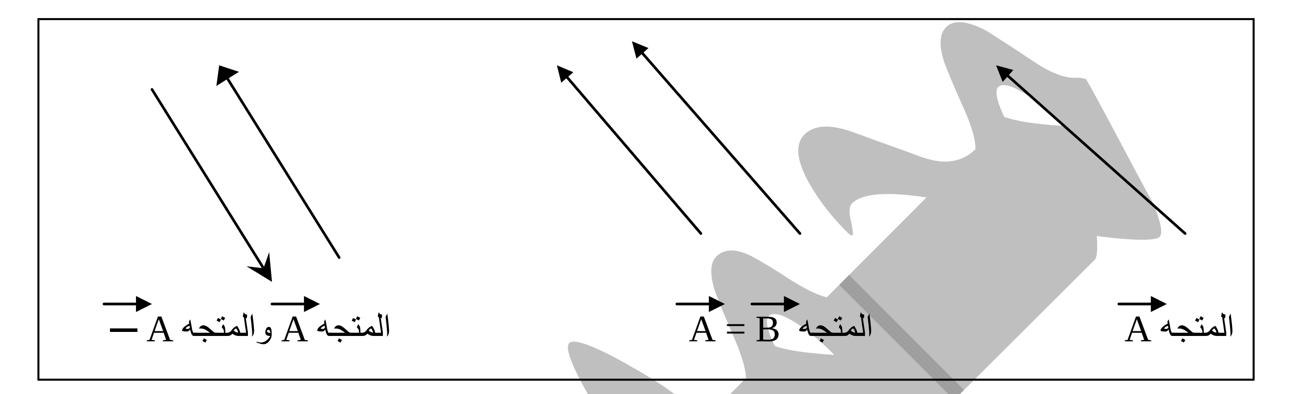
الحل

	الشكل	الإزاحة
(أ)	b c a	$d = 2r$ $= 2 \times 2 = 4$ cm فى اتجاه ab
(ب)	c a d b	من نظرية فيثاغورث $d = \sqrt{(ca)^2 + (bc)^2}$ $d = \sqrt{(2)^2 + (2)^2} = 2\sqrt{2}cm$ فى اتجاه ab
(جـ)	c a	d = zero

تمثيل الكميات المتجهة

تمثل الكمية المتجهة بقطعة مستقيمة موجهة (⟵) بمقياس رسم مناسب قاعدتها عند نقطة البداية ورأسها عند نقطة النهاية بحيث يمثل :

(١) طول القطعة المستقيمة الموجهة : مقدار الكمية المتجهة .
(٢) اتجاه القطعة المستقيمة الموجهة : اتجاه الكمية المتجهة .
(٣) يرمز للمتجه بحرف داكن (A) أو حرف عادى وفوقه سهم صغير ($\vec{A}$) .



بعض أساسيات جبر المتجهات

(١) يتساوى المتجهان إذا كان لهما نفس المقدار ونفس الاتجاه (حتى لو اختلفت نقطة البداية لكل منهما) .
(٢) لا يتساوى المتجهان إذا :
- إختلفا فى الاتجاه (حتى وان اتفقا فى القيمة العددية).
- إختلفا فى المقدار (حتى وان اتفقا فى الاتجاه) .

(٣) القيمة العددية للمتجه A تساوى القيمة العددية للمتجه A — ولكن فى عكس اتجاهه .

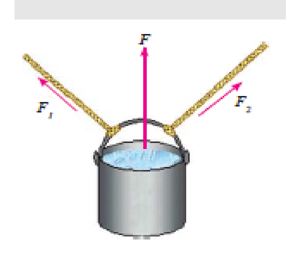
ملاحظات هامة

(١) إذا ضرب المتجه A— × (1—) فانه يساوى المتجه A مقداراً واتجاهاً .
(٢) أذا ضرب المتجه A × (1—) ينعكس اتجاهه فقط .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	قد يتساوى متجهين على الرغم من اختلاف نقطة بداية كل منهما	لان شرط تساوى متجهين أن يكون لهما نفس المقدار والاتجاه ولا يشترط ان يكون لهما نفس نقطة البداية .
٢	عدم تساوى متجهين على الرغم من اتفاقهما فى القيمة العددية ونقطة البداية	لعدم اتفاقهما فى الاتجاه .



اولا : محصلة جمع المتجهات



عندما تؤثر قوتان أو أكثر على جسم ما (كما بالشكل) فإن هذا الجسم يتحرك فى اتجاه معين تحدده محصلة هذه القوى المؤثرة على الجسم والتى يطلق عليها القوة المحصلة (F) .

القوة المحصلة هى القوة الوحيدة التى تحدث فى الجسم الاثر نفسه الذى تحدثه القوى الاصلية المؤثرة عليه .

ما معنى قولنا أن : محصلة قوتين = 20N

أى أن القوة الوحيدة التى تحدث فى الجسم الأثر نفسه الذى تحدثه قوتين محددتين على الجسم = 20N .

علل **عدم تغير حالة الجسم على الرغم من تأثير ثلاث قوى عليه.**

لان الثلاث قوى تلاشى بعضهما البعض فتصبح القوة المحصلة المؤثرة على الجسم = صفر وبالتالى لا تتغير حالة الجسم .

م	ماذا يحدث فى الحالات الآتية	الإجابة
١	أثرت قوتان متساويتان فى المقدار ومتضادتين فى الاتجاه على جسم ما .	لا تتغير حالة الجسم من سكون أو حركة لان كل منهما تلاشى الأخرى .
٢	أثرت ثلاث قوى مختلفة فى المقدار والاتجاه على جسم ساكن	يتحرك الجسم فى اتجاه القوة المحصلة المؤثرة عليه

يتم جمع متجهين بطريقتين :

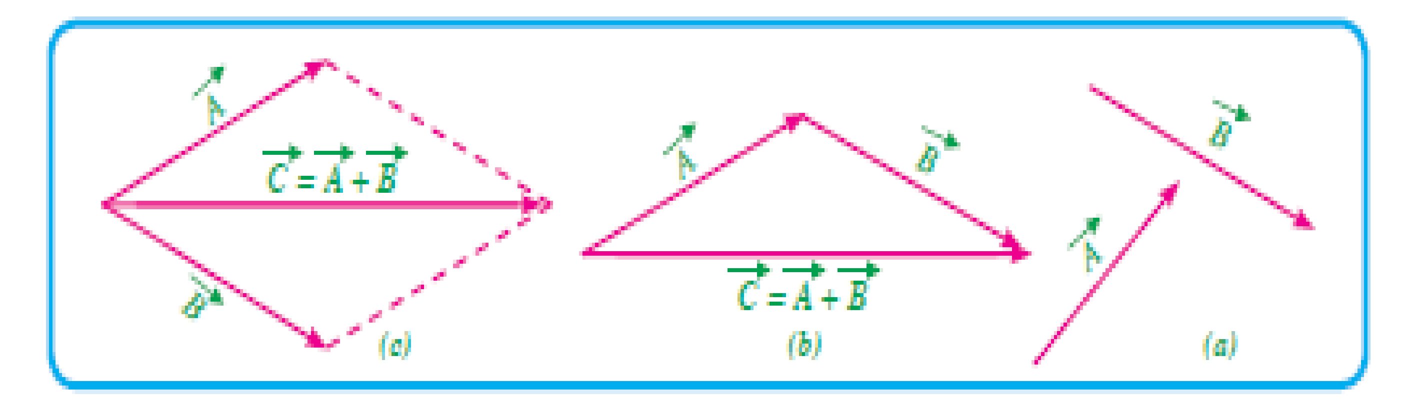
(١) رسم المثلث (طريقة الرأس والذيل) :

نقوم بتركيب المتجهات بحيث يقع ذيل المتجه الثانى على رأس المتجه الأول ثم نصل بين ذيل المتجه الأول ورأس المتجه الثانى ، فيكون المتجه الناتج هو المحصلة مقداراً واتجاهاً (كما فى الشكل b).

(٢) رسم متوازى الأضلاع

يكون فيه A و B ضلعين متجاورين فيكون القطر ممثلاً لمحصلة المتجهين .

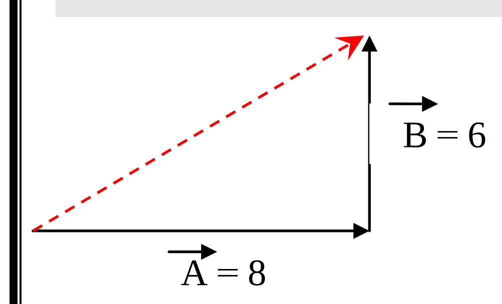
أى يرتبط ذيل المتجه الأول بذيل المتجه الثانى وعلى امتداد المتجهين نرسم متوازى أضلاع ويكون قطره من نقطة تلاقى ذيلى المتجهين هو محصلة جمع المتجهين (كما فى الشكل c).



معلومات إضافية

١- جمع المتجهات المتعامدة

محصلة الجمع هى وتر المثلث القائم الزاوية وتحسب من قانون فيثاغورث



مثال : من الشكل المقابل يمكن حساب محصلة الجمع كما يلى :

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{64+36} = \sqrt{100} = 10N$$

٢- جمع المتجهات المتوازية

(١) إذا كان المتجهان فى نفس الاتجاه

$\vec{A} = 8 \qquad \vec{B} = 6$

$\vec{A} + \vec{B} = 8 + 6 = 14$

(٣) إذا كان المتجهان متعاكسان :

$\vec{A} = 8 \qquad \vec{B} = 6$

$\vec{A} + (-\vec{B}) = 8 - 6 = 2$

٣- طرح المتجهات

تجرى عملية الطرح بان نجمع المتجه الأول مع سالب المتجه الثانى بطريقة المثلث (الرأس والذيل) .

إرشادات لحل المسائل

(١) لإيجاد مقدار القوة المحصلة عند جمع متجهين و الزاوية بينهما :

- **قائمة** : يمكن استعمال نظرية فيثاغورث . $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$
- **لا تساوى ٩٠** : يمكن استعمال قانون جيب التمام او قانون الجيب . $F = \sqrt{A^2 + B^2 - 2ABCOS\theta}$

(٢) $\sin\theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}}$ ، $\cos\theta = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}}$ ، $\tan\theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$

****

م	متى يحدث الآتي	الإجابة
١	المجموع الأتجاهى لعدة متجهات يساوى صفر	عندما تلاشى المتجهات بعضها .
٢	ناتج طرح متجهين يساوى صفر	عندما يتساويا فى القيمة العددية ويكون لهما نفس الاتجاه
٣	يتساوى متجهان	عندما يتساويا فى القيمة العددية ويكون لهما نفس الاتجاه

أمثلة محلولة

(١) إزاحتان الأولى 25km والثانية 15km احسب مقدار محصلتهما عندما تكون الزاوية بينهما 90^0 وعندما تكون 135^0 .

الحل

عندما تكون الزاوية بين المتجهين 90^0 :

$$d = \sqrt{d_1^2 + d_2^2} = \sqrt{(25)^2 + (15)^2} = 29km$$

عندما تكون الزاوية بين المتجهين 135^0 :

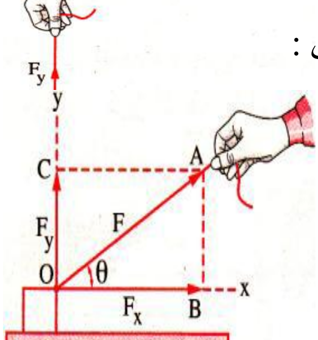
$$d = \sqrt{d_1^2 + d_2^2 - 2d_1d_2\cos\theta}$$

$$= \sqrt{(25)^2 + (15)^2 - 2(25)(15)\cos(135)} = 37km$$

(٢) اوجد محصلة قوتين إحداهما فى اتجاه محور(x) وهى F_x= 4N ، والأخرى فى اتجاه محور (y) هى F_y= 3N



- نكمل متوازى الأضلاع فنحصل على مستطيل (لان القوتين متعامدتين) .
- نصل القطر فيمثل المحصلة F .
- بتطبيق نظرية فيثاغورث يمكن إيجاد القيمة العددية لمحصلة القوى F كما يلى :



$$F = \sqrt{F_x^{\,2} + F_y^{\,2}} = \sqrt{16+9} = \sqrt{25} = 5N$$

$$\tan\theta = \;\rightarrow\; \frac{F_Y}{F_X} = \frac{3}{4} \qquad \theta = 36.87^o$$

****

(٣) سفينة تمر فى اتجاه الشمال بسرعة 12km/h لكنها تنحرف نحو الغرب بتأثير المد والجزر بسرعة قدرها 15km/h ، احسب مقدار واتجاه السرعة المحصلة للسفينة.

الحل

15km/h

12km/h

$$V = \sqrt{V_1^2 + V_2^2} = \sqrt{(12)^2 + (15)^2} = 19.2kmlh$$

السرعة المحصلة فى اتجاه الشمال الغربي .

****

(٤) تتحرك عربة قاطعة إزاحة مقدارها 20km باتجاه الشمال ثم إزاحة مقدارها 35kmبزاوية ˚٦٠ باتجاه شمال غرب اوجد قيمة الإزاحة المحصلة للعربة .

الحل

من الرسم

شمال
60^0
θ
غرب
شرق
جنوب

$$\theta = 180^0 - 60^0 = 120^0$$

:

$$d = \sqrt{d_1^{\,2} + d_2^{\,2} - 2d_1d_2\cos\theta}$$

$$= \sqrt{(20)^2 + (35)^2 - 2(20)(35)\cos(135)} = 48.2km$$

****

(٥) إذا كانت محصلة قوتين F_x ، F_y هى F = 28.3 N وتصنع زاوية 47.86° مع اتجاه F_x فأوجد F_x عندما تكون F_y = 21 N .

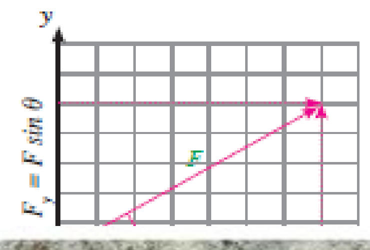
الحل

$$F_X = \frac{F_Y}{\tan\theta} = \frac{21}{\tan 47.86^\circ} = 19N$$

****

ثانيا : تحليل المتجه

- هو العملية العكسية لجمع المتجهات .



- يمكن تحليل القوة F الى قوتين متعامدين على محورى (x , y) كالتالى :

$$F_x = F\cos\theta \quad , \quad F_Y = F\sin\theta$$

مثال :

طفلة تجر أخرى بقوة 20N بواسطة حبل فى اتجاه يصنع زاوية ٣٠ ْ مع الأفقى احسب قيمة القوة فى اتجاهى x , y .



الحل

$$F_x = F\cos\theta = 20 \times \cos 30^0 = 17.3N$$
$$F_y = F\sin\theta = 30 \sin 30^0 = 10\ N$$

****

ثالثا : ضرب المتجهات

توجد صور مختلفة لضرب المتجهات منها ، الضرب القياسي والضرب الأتجاهى:

(١) الضرب القياسى :

تعريفه	هو حاصل ضرب القيمة العددية للمتجه الأول فى القيمة العددية للمتجه الثانى فى جيب تمام الزاوية بينهما.
قانونه	$\vec{A} . \vec{B} = A\,B\,COS$ وتسمى النقطة بين المتجهين dot
الكمية الناتجة عنه	كمية قياسية لان حاصل ضرب (كمية قياسية × كمية قياسية) = كمية قياسية .
تكون نتيجة الضرب القياسى لمتجهين	**موجبة** : إذا كانت الزاوية المحصورة بين المتجهين بين 0 و 90^0، وتكون أقصى قيمة عند 0^0 درجة .
	سالبة : إذا كانت الزاوية المحصورة بين المتجهين بين 90^0 و 180^0 درجة .
	صفر : ١- إذا كانت الزاوية بين المتجهين 90^0 (أحد المتجهين عمودي على الأخر) **٢**- عندما يساوى احدهما صفر .

ما معنى قولنا أن : حاصل الضرب القياسى لمتجهين = 12.3

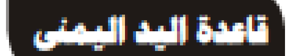
أى أن حاصل ضرب القيمة العددية للمتجه الأول فى القيمة العددية للمتجه الثانى فى جيب تمام الزاوية بينهما = 12.3

متى يكون : حاصل الضرب القياسى لمتجهين يساوى صفر

عندما يكون المتجهان متعامدان

(٢) الضرب الأتجاهى

تعريفه	هو حاصل ضرب القيمة العددية للمتجه الأول فى القيمة العددية للمتجه الثانى فى جيب الزاوية بينهما فى متجه الوحدة العمودي على المستوى الذى يوجد فيه المتجهان .
قانونه	$\vec{C} = \vec{A} \wedge \vec{B} = A\,B \sin\theta\ \vec{n}$
فى حالة الضرب الأتجاهى يكون :	(١) θ تقع بين $\vec{A}$ ، $\vec{B}$ (٢) $\vec{A} \wedge \vec{B} = -\vec{B} \wedge \vec{A}$ (٣) $\vec{A} \wedge \vec{B} \neq \vec{B} \wedge \vec{A}$ (٤) أقصى قيمة عند 90^0 (٥) يساوى صفر عند 0^0 .
ملاحظات هامة	(١) المتجه $\vec{C}$ الناتج يكون فى اتجاه $\vec{n}$ العمودي على المستوى الذى يجمع $\vec{A}$ و $\vec{B}$. (٢) تسمى (∧) العلامة بين المتجهين Cross . (٣) يحدد اتجاه $\vec{C}$ بقاعدة تسمى (قاعدة اليد اليمنى) .

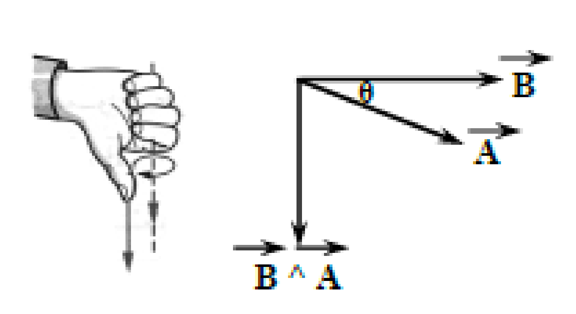


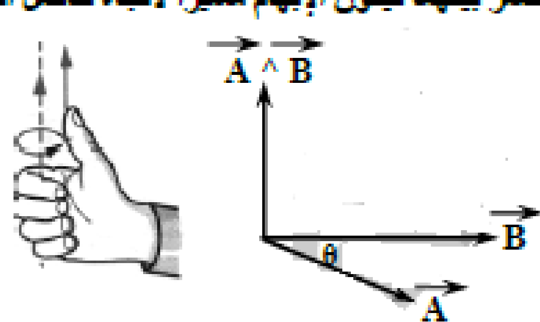
الاستخدام :

تحديد اتجاه محصلة الضرب الاتجاهى لمتجهين .

الطريقة :

بتحريك أصابع اليد اليمنى من المتجه الأول نحو المتجه الثانى عبر الزاوية الأصغر بينهما فيكون الإبهام مشيراً لاتجاه حاصل الضرب الاتجاهى لهما .





ما معنى قولنا أن: حاصل الضرب الأتجاهى لمتجهين $= 38.5\ \vec{n}$

أى أن حاصل ضرب القيمة العددية للمتجه الأول فى القيمة العددية للمتجه الثانى فى جيب الزاوية بينهما فى متجه الوحدة العمودي على المستوى الذى يوجد فيه المتجهان $= 38.5\ \vec{n}$

متى يكون القيمة العددية للضرب الأتجاهى لمتجهين يساوى القيمة العددية للضرب القياسى لهما على الرغم من وجود زاوية بينهما .

عندما تكون الزاوية بين المتجهين =٤٥°

مثال

إذا كانت القيمة العددية للمتجهين $\vec{A}$ و $\vec{B}$ هى: $B = 10$ $A = 5$

أوجد قيمة كلٍّ من: أولًا: $\vec{A} \cdot \vec{B}$ ثانيًا: $\vec{A} \wedge \vec{B}$

علما بأن الزاوية بينهما تساوى $60°$

$\sin 60 = 0.866$ $\cos 60 = 0.5$

الحل:

أولًا:

$$\therefore \vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta$$

$$\therefore \vec{A} \cdot \vec{B} = 5 \times 10 \times 0.5 = 25$$

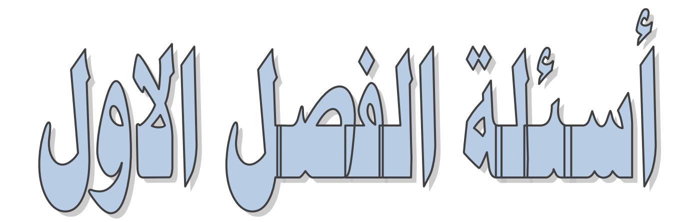
ثانيًا:

$$\vec{C} = \vec{A} \wedge \vec{B} = AB \sin \theta \, \vec{n} = (5 \times 10 \times 0.866) \, \vec{n}$$

$$\vec{C} = 43.3 \, \vec{n}$$

حيث $\vec{C}$ متجة القيمة العددية تساوى 43.3 فى الاتجاه $\vec{n}$ العمودى على المستوى الذى يشمل المتجهان $\vec{B}$ و $\vec{A}$

****



الاسئلة التى بها العلامة :

(✍) وردت فى امتحانات فى الأعوام السابقة على مستوى الجمهورية .

(🕮) وردت فى الكتاب المدرسى .

****

س ١ : اكتب المصطلح العلمى لكل من

١- ✍عملية مقارنة كمية مجهولة بكمية أخرى من نفس نوعها لمعرفة عدد مرات احتواء الأولى على الثانية .
٢- ✍كمية فيزيائية تعرف بدلالة الكميات الفيزيائية الأساسية .
٣- ✍المسافة بين علامتين محفورتين عند نهايتى ساق من سبيكة البلاتين - الايريديوم محفوظة عند درجة الصفر سيلزيوس فى المكتب الدولى للموازين والمقاييس بالقرب من باريس .
٤- ✍صيغة رمزية تعبر عن الكميات الفيزيائية المشتقة بدلالة أبعاد الكميات الفيزيائية الأساسية وهى الطول والكتلة والزمن مرفوع كل منها لأس معين.
٥- ✍القياس الذى يتم فيه استخدام أداة قياس واحدة .
٦- ✍القياس الذى يتم فيه استخدام أكثر من أداة للقياس .
٧- ✍الفرق بين القيمة الحقيقية للكمية المقاسة والقيمة المقاسة فعلياً .
٨- ✍النسبة بين الخطأ المطلق الى القيمة الحقيقية للكمية المقاسة .
٩- يحول مشاهداتنا الى مقادير كمية يمكن التعبير عنها بواسطة الأرقام .
١٠- كمية فيزيائية لا تعرف بدلالة كمية فيزيائية أخرى .
١١- نظام الوحدات الذى يستخدم القدم كوحدة أساسية للطول .
١٢- نظام الوحدات الذى يستخدم الجرام كوحدة أساسية للكتلة.
١٣- نظام الوحدات الذى يستخدم المتر كوحدة أساسية للطول.
١٤- وحدة قياس شدة التيار فى النظام الدولى (SI).
١٥- وحدة قياس الزاوية المجسمة فى النظام الدولى (SI).
١٦- كتلة اسطوانة من سبيكة البلاتين - الايريديوم ذات أبعاد محددة محفوظة عند درجة الصفر سيلزيوس فى المكتب الدولى للموازين والمقاييس بالقرب من باريس .
١٧- صورة مختصرة لتوصيف فيزيائى ذات مدلول معين .
١٨- نظام يسمى النظام المترى المعاصر.
١٩- نظام يستخدم فى جميع المجالات العلمية المختلفة فى العالم .
٢٠- عالم بريطاني وهو ابرز العلماء الذين طوروا النظام المترى .
٢١- قام بتعيين درجة الصفر المطلق على مقياس كلفن لدرجات الحرارة بدقة تامة ووجد أنها تساوى $-273^\circ C$
٢٢- عالم مصري استخدم الليزر فى دراسة التفاعلات الكيميائية بين الجزئيات والتى تحدث فى فترة زمنية تقاس بالفيمتو ثانية .
٢٣- أجزاء من جسم الإنسان اتخذها فى الماضي كمقاييس للطول .
٢٤- استفاد منها الإنسان فى الماضي واتخذها كمقاييس للزمن .
٢٥- احد العوامل البيئية التى تؤدى الى حدوث خطأ فى عملية قياس كتلة جسم صغير باستخدام ميزان حساس .
٢٦- القياس الذى يتم فيه التعويض فى علاقة رياضية لحساب الكمية الفيزيائية .
٢٧- القياس الذى لا يتم فيه التعويض فى علاقة رياضية لحساب الكمية الفيزيائية.
٢٨- قياس الحجم باستخدام المخبار المدرج .

٢٩- قياس الحجم بضرب الطول × العرض × الارتفاع .
٣٠- قياس كثافة السائل عن طريق قياس الكتلة بالميزان وقياس الحجم بالمخبار المدرج ثم حساب الكثافة بقسمة الكتلة على الحجم .
٣١- قياس كثافة السائل باستخدام الهيدروميتر .
٣٢- طريقة التعبير عن الكميات العددية الكبيرة جداً أو الصغيرة جداً وكتابتها باستخدام الرقم 10 مرفوعاً لأس معين.

س ٢ : اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

١- من الكميات الفيزيائية المشتقة .... (الزمن - الطول - الكتلة - السرعة)
٢- فى النظام الدولى يتخذ الأمبير وحدة أساسية لقياس (شدة التيار الكهربى - الشحنة الكهربية - الطول - شدة الإضاءة)
٣- معادلة أبعاد العجلة .... $(LT - LT^{-1} - LT^{-2} - L^2T^{-1})$
٤- الوحدة الأساسية لقياس درجة الحرارة فى النظام الدولى هى(السيلزيوس- الفهرنهيت- الكلفن - الدرجة المئوية)
٥- الاستريديان هى وحدة قياس.......فى النظام الدولى (شدة الإضاءة - الزاوية المجسمة - الزاوية المسطحة - كمية المادة)
٦- الكانديلا هى وحدة قياس..... فى النظام الدولى(شدة الإضاءة - الزاوية المجسمة - درجة الحرارة - كمية المادة)
٧- من الكميات الفيزيائية الأساسية .... (الزمن — القوة — العجلة — السرعة)
٨- وحدة قياس الكتلة فى النظام البريطانى .... (الجرام — الباوند — الكيلوجرام — الطن)
٩- تستخدم القدمة ذات الورانية فى قياس........... (الزمن — الطول — الكتلة — السرعة)
١٠- إذا كانت وحدة قياس احد الكميات الفيزيائية هى kg/m.s² فان معادلة أبعادها $(MLT^{-2} - ML^{-1}T^{-2} - MLT - ML^{-1}T^{-2})$
١١- الميكروجرام يساوى ....كيلوجرام. $(10^3 - 10^{-6} - 10^{-9} - 10^{-3})$
١٢- شدة تيار تقدر بـ1mA فإنها تساوى ....μA $(10^3 - 10^{-6} - 10^{-9} - 10^{-3})$
١٣- أفضل الطرق للتعبير عن مدى دقة القياس.......... (الخطأ المطلق - الخطأ النسبى - حاصل ضرب الخطأ النسبى فى المطلق - جميع ما سبق)
١٤- من العناصر الرئيسية فى عملية القياس .... (أدوات القياس - وحدات القياس - الكمية الفيزيائية المراد قياسها - جميع ما سبق)
١٥- يتفق النظام الفرنسى (نظام جاوس) والنظام البريطانى والنظام المترى فى أن جميعهم يقيس........... (القوة بالنيوتن - الطول بالمتر - الكتلة بالباوند - الزمن بالثانية)
١٦- السبيكة التى استخدمت لصناعة الكيلو جرام العيارى هى سبيكة .... (الذهب والنحاس - السيزيوم و الكربيتون - البلاتين الايريديوم - لا توجد إجابة صحيحة)
١٧- وحدة قياس الطول فى نظام جاوس .... (السنتيمتر - المتر - الكيلومتر - القدم)
١٨- عدد الوحدات الأساسية والمضافة إليها فى النظام الدولى .... (ثلاثة - خمسة - سبعة - تسعة)
١٩- وحدة قياس كمية المادة فى النظام الدولى .... (الكيلوجرام - الباوند - المول - الجرام)
٢٠- من الوحدات الفيزيائية الى لا تشتق بدلالة وحدات أخرى .... (الكلفن - النيوتن - الجول - الكولوم)
٢١- الكميات التالية أساسية ماعدا كمية واحدة مشتقة .... (الطول - السرعة - الكتلة - الزمن)
٢٢- اتخذ الإنسان فى الماضي كمقاييس للزمن .... (شروق الشمس - غروب الشمس - دورة القمر - جميع ما سبق)
٢٣- اتخذ الإنسان فى الماضي كمقاييس للطول .... (الذراع - كف اليد - القدم - جميع ما سبق)
٢٤- وحدة قياس القوة فى النظام الدولى (SI) هى النيوتن.......... $(kg.m^2.s^{-2} - kg.m^2s^{-1} - kg.m.s^{-2} - kg.m.s)$
٢٥- وحدة قياس الشغل فى النظام الدولى (SI) هى .... ($kg.m^2s^{-2}$ - N.m - Joule - جميع ما سبق)
٢٦- إذا كانت معادلة أبعاد احد الكميات الفيزيائية هى $M^0L^0T^{-1}$ فان وحدة قياس هذه الكمية ....
(kg.m – kg.m.s – kg.m/s – s^{-1})
٢٧- معادلة أبعاد الكتلة فى النظام الدولى .... $(M^0LT^0 - MLT^{-2} - MLT - ML^0T^0)$
٢٨- إذا كانت x=yz ومعادلة أبعاد x هى MLT^{-2} ومعادلة أبعاد y هى M^0LT^{-2} فإن معادلة أبعاد z هى
$(M^{-1}LT - M^0LT - MLT - ML^0T^0)$
٢٩- معادلة أبعاد المساحة .... $(ML^{-1} - ML - M^2 - L^2)$

٣٠- 0.001 يمكن كتابتها على الصورة .... $(10^{-3} - 10^{-4} - 10^{3} - 10^{4})$

٣١- المقدار 10^4 يساوى........... (10000 - 100000 - 0.001 - .0001)

٣٢- خارج قسمة 10^4 على 10^6 يساوى.......... $(10^{-2} - 10^{-10} - 10^{10} - 10^{2})$.

٣٣- الميكرومتر يساوى m .... $(10^{-2} - 10^{-6} - 10^{-9} - 10^{-3})$

٣٤- يحتوى الكيلوجرام على........... جرام . (10 - 100 - 1000 -0 .001)

٣٥- المتر يساوى ....سنتيمتر. (10 -100 - 1000 - 10000)

٣٦- يوجد فى السنتيمتر ....ملليمتر. (1 - 10 - 100 - 1000)

٣٧- 10^{-3} من المتر يسمى .... (السنتيمتر - الملليمتر - الميكرومتر - الكيلومتر)

٣٨- 0.1mg يساوى.......... $(10^{-3}g - 10^{-6}g - 10^{-4}kg - 10^{-7}kg)$.

٣٩- من أهم أسباب الخطأ فى القياس..........
(العوامل البيئية - إجراء القياس بطريقة خاطئة - وجود عيب فى أداة القياس - جميع ما سبق)

٤٠- لقياس كثافة سائل بصورة مباشرة يستخدم .... (المسطرة - الميكرومتر - الهيدروميتر - المخبار المدرج)

٤١- قياس حجم سائل باستخدام المخبار المدرج من أنواع القياس ....(المركب - المعقد - المباشر - الغير مباشر)

٤٢- من أمثلة القياس غير المباشر...........
- قياس مساحة المستطيل بالمسطرة . - قياس طول ورقة بالمسطرة .
- قياس كثافة سائل بالهيدروميتر. - قياس شدة التيار بالأميتر .

٤٣- عند جمع أو طرح كميتين فيزيائيتين يجب أن يكون لهما نفس...........
(النوع - معادلة الأبعاد - وحدة القياس - جميع ما سبق)

٤٤- الصورة العامة لمعادلة الأبعاد هى.......... $(L^{\pm a}M^{+b}T^{-c} - L^{+a}M^{+b}T^{+C} - L^{-a}M^{-b}T^{-c} - L^{\pm a}M^{\pm b}T^{\pm c})$

٤٥- نحصل على كمية فيزيائية جديدة عند ....
- جمع كميات فيزيائية لها نفس معادلة الأبعاد . - طرح كميات فيزيائية لها نفس معادلة الأبعاد.
- ضرب كميات فيزيائية ليس لها نفس معادلة الأبعاد . - لا توجد إجابة صحيحة .

٤٦- الثوابت العددية والدوال المثلثية ....
(لها وحدة قياس - لها معادلة أبعاد - لها وحدة قياس ومعادلة أبعاد - ليس لها وحدة قياس أو معادلة أبعاد)

٤٧- وجود نفس معادلة الأبعاد على طرفي المعادلة...........
(يؤكد صحتها - يؤكد خطأها - لا يضمن صحتها - يضمن صحتها)

٤٨- فى عملية القياس توصف الكمية الفيزيائية بـ...........
(رقم عددى - وحدة قياس - رقم عددى ووحدة قياس - لا توجد إجابة صحيحة)

٤٩- لقياس الكمية الفيزيائية بدقة يجب أن يكون خط الرؤية .... الأداة.
(موازياً - عمودي على - أعلى - أسفل)

٥٠- تدل علامة المقياس | | على أن الناتج يكون دائماً .... (موجب - سالب - موجب وسالب - صفر)

س ٣ : ما المقصود بكل من

١- معيار الكتلة . ٢- القياس . ٣- المتر العيارى .
٤- الكيلوجرام العيارى . ٥- الكميات الفيزيائية الأساسية . ٦- الكميات الفيزيائية المشتقة .
٧- المعادلة الفيزيائية الرياضية . ٨- الصيغة المعيارية لكتابة الأعداد . ٩- معادلة الأبعاد .
١٠- القياس المباشر . ١١- القياس غير المباشر . ١٢- الخطأ المطلق .
١٣- الخطأ النسبى . ١٤- الثانية .

س ٤ : ما معنى قولنا أن :

١- الخطأ المطلق فى قياس المسافة بين مبنيين = 0.2m .
٢- الخطأ النسبى فى قياس طول ملعب = 0.03 .
٣- الزمن كمية أساسية - العجلة كمية مشتقة .

س ٥ : علل لما يأتى :

١- ✍لا يستخدم ساق من الزجاج بدلاً من سبيكة البلاتين - ايريديوم فى المتر العيارى .
٢- ✍لا يمكن أن تتم عملية قياس بدقة 100% .
٣- ✍يوضع الميزان الحساس داخل صندوق زجاجي .
٤- تعتبر الكتلة من الكميات الفيزيائية الأساسية .
٥- تعتبر السرعة من الكميات الفيزيائية المشتقة .
٦- لا تكفى الأرقام للتعبير عن الكميات الفيزيائية .
٧- اهتمام العلماء بتطوير الساعات الذرية ذات الدقة المتناهية .
٨- أهمية القياسات فى الحياة اليومية .
٩- أدوات القياس الحديثة ذات أهمية للإنسان .
١٠- تغير تعريف المتر أكثر من مرة .
١١- لا يمكن إضافة سرعة الى قوة .
١٢- أهمية دراسة معادلة الأبعاد لطرفي أى معادلة فيزيائية .
١٣- يكفى استخدام معادلة لطرفي أى معادلة فيزيائية .
١٤- اهتم الإنسان عبر تاريخه بتحسين وتطوير أجهزته .
١٥- لا يصلح الميزان المعتاد لقياس كتلة صغيرة مثل خاتم ذهبي .
١٦- قياس الكثافة بواسطة الهيدروميتر أدق من قياسها بواسطة الميزان والمخبار المدرج .
١٧- دقة القياس المباشر اكبر من دقة القياس غير المباشر .
١٨- الخطأ النسبى هو الأكثر دلالة على دقة القياس من الخطأ المطلق .
١٩- عند قياس حجم سائل بواسطة المخبار المدرج يجب أن يكون خط الرؤية عمودي على تدريج المخبار .
٢٠- قد يوجد عيب أو أكثر فى جهاز الأميتر .
٢١- يفضل عند إجراء عملية القياس تكرار القياس عدة مرات وحساب المتوسط .
٢٢- قيمة الخطأ المطلق موجبة دائما .
٢٣- الخطأ النسبى ليس له وحدة قياس .

س ٦ : قارن بين كل من :

١- 📖الكميات الفيزيائية الأساسية والكميات الفيزيائية المشتقة (من حيث : التعريف - الأمثلة).
٢- ✍القياس المباشر والقياس غير المباشر (من حيث : عدد عمليات القياس - العمليات الحسابية - أخطاء القياس - مثال)
٣- النظام الفرنسى والنظام البريطانى والنظام المترى (من حيث وحدة القياس : الطول - الكتلة - الزمن) .
٤- ساق من الزجاج وسبيكة من البلاتين - الايريديوم (من حيث الاستخدام فى صناعة المتر العيارى) .
٥- أهم أعمال ولیام طومسون وأهم أعمال احمد زويل .
٦- أدوات القياس قديماً وأدوات القياس حديثاً .
٧- المتر العيارى والكيلوجرام العيارى .
٨- الراديان الاستريديان .
٩- الخطأ المطلق والخطأ النسبى .
١٠- القوة والشغل (من حيث : وحدة القياس - معادلة الأبعاد) .
١١- المسطرة المترية والمخبار المدرج .

س ٦ : اذكر استخداما واحدا لكل من :

١- 📖ساعة السيزيوم الذرية .
٢- ✍القدمة ذات الورانية .
٣- ✍سبيكة البلاتين - الايريديوم .
٤- ✍معادلة الأبعاد .
٥- ✍الهيدروميتر .
٦- الميزان الحساس .
٧- الميكرومتر .
٨- الشريط المترى .
٩- الميزان الروماني .
١٠- الساعة الرقمية .
١١- المخبار المدرج .
١٢- الأميتر .

س ٧ : صنف الكميات الفيزيائية الآتية الى كميات أساسية وأخرى مشتقة :

القوة — المسافة — السرعة — الكتلة — الزمن — العجلة — درجة الحرارة المطلقة — شدة الإضاءة — كمية المادة — شدة التيار الكهربى — الطول .

س ٨ : اكتب وحدات قياس الكميات الفيزيائية الآتية :

القوة — المسافة — السرعة — الكتلة — الزمن — العجلة — درجة الحرارة المطلقة — شدة الإضاءة — كمية المادة — شدة التيار الكهربى — الطول — شدة التيار الكهربى — المساحة — الحجم — القوة — الشغل — الضغط — القدرة — التردد .

س ٩ : اذكر الكميات الفيزيائية التى تقاس بالوحدات الآتية :

المتر (m) - الكيلوجرام (kg) - الثانية (s) - الأمبير (A) - الكلفن (K) - المول (mol)- الكانديلا (cd) - الجول (J) - النيوتن (N) - الاستريديان - m/s - m/s^2 - $kg.m^2/s^2$ - N/m^2 - J/s .

س ١٠ : اكتب القراءات التالية مستخدما الصيغة المعيارية فى كتابة الأعداد :

١- كتلة الفيل = 4000kg = ...
٢- 1mg = kg = ...
٣- 88 km = m ....
٤- نصف قطر الكرة الأرضية = 6000000m = ...
٥- 3×10^{9} s = ms ....
٦- قطر شعرة رأس الإنسان = 0.05 mm = m ....
٧- سرعة الضوء = 300000000 m/s = ...
٨- نصف قطر ذرة الهيدروجين = 0.00000000005m = ...
٩- طول الشجرة = 20m =..............
١٠- عدد الثواني فى اليوم = 86400s = ...
١١- قوة الدفع المؤثر على جسم = 50000N = ...
١٢- الشغل الذى تبذله آله = 74000J = ...
١٣- كتلة النمل = 0.0001kg = ...
١٤- كثافة الذهب = $19300\ kg/m^3$ = ...

س ١١ : اختبر صحة القوانين الآتية:

١- الشغل = $\frac{1}{2} mv^2$
٢- القوة = m/a
٣- مساحة المربع = L^3
٤- $v = t\,a^2$

حيث (m) كتلة الجسم، (v) سرعة الجسم ، (a) عجلة حركة الجسم ، (L) طول ضلع المربع ، (t) الزمن .

س ١٢ : اذكر الاحتياطات الواجب مراعاتها عند استخدام :

١- المسطرة المترية فى قياس طول جسم ما .
٢- الأمبير لقياس شدة التيار .
٣- المخبار المدرج لقياس حجم سائل .
٤- الميزان الحساس .

س ١٣ : أسئلة متنوعة :

١- 📖ما أسباب الخطأ فى القياس .

٢- 📖استنتج معادلة أبعاد الضغط إذا كان (الضغط = القوة ÷ المساحة) .

٣- 📖فى امتحان مادة الفيزياء كتب طالب المعادلة التالية :

(السرعة بوحدة m/s = العجلة بوحدة m/s^2 × الزمن بوحدة s)

٤- 📖وضع اينشتين معادلته الشهيرة $E = mc^2$ حيث (c) سرعة الضوء ، (m) الكتلة ، استخدم هذه المعادلة لاستنتاج وحدات النظام الدولى SI للمقدار (E) .

٥- 📖ما المقصود بالقياس ؟ وما العناصر الرئيسية له ؟

٦- 📖(لا تكفى الأرقام للتعبير عن الكميات الفيزيائية) وضح تلك العبارة ، مع ذكر أمثلة .

٧- 📖مستعيناً بمعادلة الأبعاد للكميات الفيزيائية ، اثبت صحة العلاقة : $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$

حيث (N) قوة الشد ، μ كتلة وحدة الأطوال (kg/m) ، v السرعة (m/s) .

س ١٤ : ١- مسائل من الكتاب المدرسى

(١) نصف قطر كوكب زحل يساوى $5.85\times10^7\,m$ وكتلته 5.86×10^{26} احسب :

(أ) متوسط كثافة مادة الكوكب بوحدة g/cm^3

(ب) مساحة سطح الكوكب بوحدة m^2 . (مساحة السطح $4\pi r^2$). [$0.677\ g/cm^3$, $4.3\times10^{16}\ m^2$]

****

(٢) أذا كان x = (5 ± 0.1) cm ، y = (10 ±0.2) cm ، احسب كل من :

(أ) x + y (ب) 2x + y (جـ) xy (د) xy^2

[(15±0.3) cm , (20±0.4)cm , (50±2)cm^2 , (500±30)cm^3]

****

(٣) مكعب طول ضلعه 5cm اوجد الخطأ النسبى فى تقدير حجمه إذا علمت أن الخطأ النسبى فى تقدير الطول كان 0.01 ، واوجد أيضا قيمة الخطأ المطلق فى هذه الحالة . [0.03 , 3.75cm^3]

****

(٤) جسم كتلته (4.5 ± 0.1) kg ويتحرك بسرعة (20 ± 1) m/s ، احسب الخطأ النسبى والخطأ المطلق فى قياس كمية تحرك الجسم P_L (كمية التحرك = الكتلة × السرعة) . [0.072 , 6.48 kg.m/s]

****

س ١٤ : ٢ - مسائل امتحانات

(٥) قام احد الطلاب بقياس طول باب الفصل ووجد انه يساوى 250cm وكانت القيمة الحقيقية هى 255cm ، احسب الخطأ المطلق والنسبي لهذا القياس . [5 cm , 1.96%]

****

(٦) عند قياس السرعة المنتظمة لجسم كانت المسافة m (2 ± 40) ، والزمن s (1 ± 5) ، احسب الخطأ المطلق فى قياس السرعة . [2m/s]

****

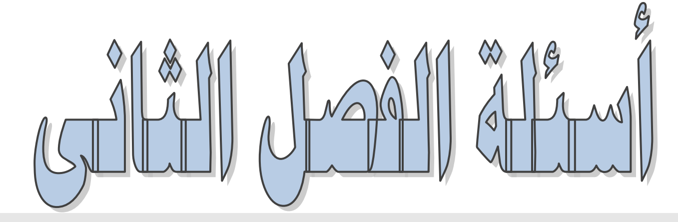
(٧) احسب الخطأ النسبى فى قياس مساحة مستطيل (A) طوله m (0.1 ± 6) ، وعرضه m(0.2 ± 5) .

****

(٨) احسب الخطأ النسبى فى قياس مساحة اسطوانة معدنية إذا كانت نتائج القياس على النحو التالى :

البعد	الكمية المقاسة (cm)	الكمية الحقيقية (cm)
الارتفاع (h)	8.6	8.8
نصف القطر (r)	2.8	3

****



س ١ : اكتب المصطلح العلمى لكل من :

١) قوة وحيدة تحدث فى الجسم الأثر نفسه الذى تحدثه القوى الأصلية المؤثرة عليه .
٢) كمية فيزيائية تعرف تماماً بمقدارها فقط .
٣) كمية فيزيائية تعرف تماماً بمقدارها واتجاهها معاً .
٤) قاعدة تستخدم لتحديد اتجاه محصلة الضرب الأتجاهى لمتجهين .
٥) اقصر مسافة مستقيمة مباشرة بين نقطة البداية ونقطة النهاية .
٦) حاصل ضرب القيمة العددية للمتجه الأول والقيمة العددية للمتجه الثانى فى جيب تمام الزاوية بينهما .
٧) طول المسار المقطوع أثناء الحركة من موضع الى أخر .
٨) المسافة المستقيمة فى اتجاه معين من نقطة بداية الى نقطة نهاية .
٩) كمية فيزيائية تعبر عن المسافة الفاصلة بين نقطتين مقداراً واتجاهاً .
١٠) حاصل ضرب القيمة العددية للمتجهين فى جيب الزاوية بينهما فى $\vec{n}$.
١١) يمثل بها مقدار الكمية المتجهة .
١٢) يمثل بها اتجاه الكمية المتجهة .
١٣) القوة التى تؤثر على جسم نتيجة تأثير عدة قوى .
١٤) بتحريك أصابع اليد اليمنى من المتجه الأول نحو المتجه الثانى عبر الزاوية الأصغر بينهما فيكون الإبهام مشيراً لاتجاه حاصل الضرب الأتجاهى لهما .

س ٢ : اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة :-

١) عداء قطع إزاحة مقدارها 250m شرقاً ثم عاد غرباً 100m فان المسافة التى قطعها العداء هى .... m (350— 150— 100—250) بينما الإزاحة التى صنعها العداء هى .... (350m شرقاً — 350m غرباً — 150m شرقاً — 150m غرباً)
٢) جسم يدور على محيط دائرة نصف قطرها r فان إزاحته عندما يكمل دورتين هى...... (2πr — 0 — 2r — r)
٣) إذا كانت القوة المحصلة المؤثرة على سيارة متحركة صفر فان السيارة .... (تتحرك بسرعة أكبر — تتوقف عن الحركة — لا تتأثر بالحركة)
٤) حاصل الضرب القياسى لمتجهين يتعين من العلاقة .... ($\vec{A}\ \vec{B}\cos\theta$ — $A\,B\cos\theta$ — $A\,B\sin\theta$ — $A\ B\sin\theta\,\vec{n}$)
٥) الكمية القياسية يلزم لتعريفها تعريفا تاما معرفة..... (مقدارها فقط - اتجاهها فقط - مقدارها واتجاهها معاً - لا توجد إجابة صحيحة)
٦) الكمية المتجهة يلزم لتعريفها تعريفا تاما معرفة......... (مقدارها فقط - اتجاهها فقط - مقدارها واتجاهها معاً - لا توجد إجابة صحيحة)
٧) من الكميات الفيزيائية القياسية .... (الطول — السرعة — الوزن — العجلة)
٨) جسم يتحرك على محيط دائرة نصف قطرها 7cm تكون إزاحته حينما يقطع المحيط (0 — 14 cm — 7 cm)
٩) صعد فأر حائطاً مسافة 4m ليبحث عن غذائه ثم عاد ثانية للأرض فان إزاحته تساوى (0 — 4 — 16 — 8)
١٠) البعد المستقيم بين نقطتين فى اتجاه واحد يسمى .... (المسافة — الإزاحة — السرعة)
١١) صعد رجل نخلة ارتفاعها 5m ثم عاد للأرض تكون المسافة التى قطعها....m (10 — 20 — 5 — 0) والإزاحة هى...................... m (10 — 20 — 5 — 0)
١٢) الإزاحة كمية .... (قياسية — عددية — متجهة)
١٣) إذا مشى رجل 8m الى الأمام ثم عاد 5m فان إزاحته تكون............... (8m — 3m — 13m)

١٤) قذف شخص كرة تنس لترتطم بحائط يبعد عنه 5m فارتدت فى يده والتقطها فان الإزاحة الحادثة........
(7.5m — 0 — 5m — 2.5m)

١٥) الإزاحة هى ....(كمية قياسية وحدتها m — كمية قياسية وحدتها m/s — كمية متجهة وحدتها m)

١٦) يتساوى مقدار المسافة مع مقدار الإزاحة عندما يتحرك الجسم فى خط .... (مستقيم - منحنى - دائري)

١٧) فى الشكل الموضح بدأ جسم حركته من النقطة A متجها جنوباً للنقطة B
فقطع مسافة 40m ثم اتجه شرقاً للنقطة C التى تبعد 30m عن النقطة B
لذا فان أ) مقدار الإزاحة للجسم يساوى........
(طول AB — طول BC — طول AC — طول BC+AB)
ب) طول المسافة المقطوعة يساوى........
(طول AB — طول BC — طول AC — طول BC+AB)

١٨) كل ما يأتى من الكميات القياسية ما عدا............ (المسافة — السرعة — الكتلة — الزمن)

١٩) من الوحدات المتجهة .... (الثانية — الجرام — النيوتن — الكيلوجرام)

٢٠) نعتبر المتجهين متساويين إذا تساويا فى ....
- المقدار فقط
- المقدار وكان لهما نفس الاتجاه ونفس نقطة البداية
- الاتجاه فقط
- المقدار وكان لهما نفس الاتجاه وان اختلفت نقطة البداية

٢١) فى قاعدة اليد اليمنى يشير الإبهام الى اتجاه ....
(المتجه الأول — المتجه الثانى — المتجه الأول بالنسبة للمتجه الثانى — حاصل الضرب الأتجاهى للمتجهين)

٢٢) فى قاعدة اليد اليمنى تكون حركة الأصابع ....
- فى اتجاه المتجه الأول .
- من المتجه الأول نحو المتجه الثانى .
- عمودياً على المتجه الثانى .
- من المتجه الثانى نحو المتجه الأول .

٢٣) يتحرك جسم على محيط دائرة نصف قطر r فتكون الإزاحة المقطوعة له عندما يكمل نصف دورة تساوى
.... (½ r — ¼ r — r — 2r)

س ٤ : ما معنى قولنا أن

١- حاصل الضرب القياسي لمتجهين = 85.5 .
٢- حاصل الضرب الأتجاهى لمتجهين = $43.6\ \vec{n}$.
٣- إزاحة سيارة = 500m شمالاً .
٤- العجلة كمية متجهة .
٥- المسافة التى يقطعها جسم = 20m
٦- المسافة التى يقطعها جسم فى اتجاه الشرق = 20m .
٧- الزمن كمية قياسية .

س ٥ : علل لما يأتى

١) عدم تساوى متجهين على الرغم من أن لهما نفس القيمة العددية ونفس نقطة البداية .
٢) عدم تغير حالة الجسم على الرغم من تأثره بأكثر من قوة .
٣) تعتبر المسافة كمية قياسية بينما الإزاحة كمية متجهة .
٤) قد يتساوى متجهين على الرغم من اختلاف نقطة بداية كلا منهما .
٥) تكون قيمة حاصل الضرب الأتجاهى أقصى ما يمكن عند ٩٠˚ cos .
٦) ينعدم قيمة حاصل الضرب الأتجاهى عندما يكون ٩٠˚ cos .

س ٦ : ما المقصود بكل من

١- الكميـــة المتجهـــة .
٢- الكميـــة القياسـيـة.
٣- الضـــرب القياســـى.
٤- المسافة .
٥- الإزاحة .
٦- الضرب الأتجاهى .
٧- القوة المحصلة .
٨- قاعدة اليد اليمنى .

س ٧ : صوب ما تحته خط

١) الكمية القياسية يلزم لتعريفها معرفة المقدار والاتجاه .
٢) المسافة كمية متجهة بينما الإزاحة كمية قياسية .
٣) عندما تنطبق نقطة البداية والنهاية فان الإزاحة = واحد صحيح .
٤) تحركت حشرة مسافة 10cm ثم عادت لنقطة البداية فإنها تقطع مسافة = صفر .
٥) تتساوى الإزاحة مع المسافة عندما يتحرك الجسم فى مسار دائري .
٦) الضرب الأتجاهى هو حاصل ضرب القيمة العددية لمتجهين فى جيب الزاوية بينهما فى الضرب القياسي .
٧) تستخدم قاعدة اليد اليمنى لتحديد قيمة محصلة الضرب القياسي لمتجهين .
٨) الضرب القياسى هو حاصل ضرب القيمة العددية لمتجهين فى قيمة الزاوية بينهما .
٩) تمثل المتجهات بقطعة مستقيمة موجهه طولها يمثل اتجاه الكمية المتجهة .

س ٨ : متى يحدث كل من

١) 🕮ناتج طرح متجهين يساوى صفر.
٢) 🕮حاصل الضرب القياسى لمتجهين يساوى صفر.
٣) 🕮المجموع الأتجاهى لعدة متجهات يساوى صفر.
٤) ✍تكون القيمة العددية للضرب الأتجاهى لمتجهين = القيمة العددية للضرب القياسى لهما.
٥) ✍تتساوى عدديا المسافة مع الإزاحة .
٦) ✍تكون إزاحة جسم مساوية للصفر رغم حركة الجسم .
٧) ✍تكون إزاحة جسم يدور فى مسار دائري مساوية للصفر .

س ٩ : أسئلة متنوعة

١- ✍هل تكفى المسافة بين جسمين لتحديد موقع كل منهما ؟ اشرح .
٢- تكلم باختصار عن جمع المتجهات .
٣- أذكر قاعدة اليد اليمنى .
٤- كيف يتم تمثيل الكمية المتجهة ؟
٥- تكلم باختصار عن التمثيل البياني للمتجهات .
٦- متى تصبح محصلة قوتين تساوى صفراً ؟

س ١٠ : ١- مسائل الكتاب المدرسي

(١) سفينة تمر فى اتجاه الشمال بسرعة 12km/h لكنها تنحرف نحو الغرب بتأثير المد والجزر بسرعة قدرها 15km/h ، احسب مقدار واتجاه السرعة المحصلة للسفينة . [19.2 km/h , 38.66^0 فى اتجاه غرباً]

****

(٢) $\vec{A},\vec{B}$ متجهان الزاوية بينهما 120^0 و مقدار $\vec{A}$ يساوى 3 وحدات ، ومقدار $\vec{B}$ يساوى 5 وحدات أوجد :
(أ) حاصل الضرب القياسى لهما . (ب) حاصل الضرب الأتجاهى لهما . [-7.5 , $12.99\,\vec{n}$]

****

(٣) اوجد محصلة القوتين المتعامدتين F_1 ، F_2 مقداراً واتجاهاً حيث $F_1=8$ N ، $F_2 = 6$N وضح الإجابة برسم المتجهات . [10N , 36.87^0]

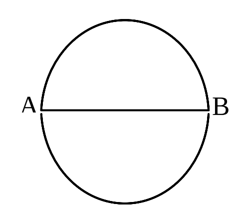
****

(٤) راكب دراجة بخارية ينطلق نحو الشمال بسرعة 80km/h بينما تهب الرياح فى اتجاه الغرب بسرعة قدرها 50km/h احسب سرعة الرياح الظاهرية كما يلاحظها راكب الدراجة .

****

(٥) متجهان قيمتهما العددية $A = 6$, $B = 15$ ، الزاوية بينهما 30^0، أوجد قيمة كل من حاصل الضرب القياسى و الأتجاهى لهما . [77.94 , $45\,\vec{n}$]

(٦) جسم يتحرك على محيط دائرة نصف قطرها 7m احسب المسافة والإزاحة عندما :
(أ) يتحرك من A الى B .
(ب) يعود مرة أخرى الى A .



[22m , $\overrightarrow{AB}$ فى اتجاه 14m , 44m , zero]

****

س ١٠ : ٢- مسائل من امتحانات المدارس



(٧) إذا كانت محصلة قوتين متعامدتين هى 10N كما بالشكل ، ومقدار إحدى القوتين 8N .



(أ) ما مقدار القوة الأخرى ؟
(ب) ما الزاوية التى تصنعها مع المحصلة ؟

F =10N
F_1=8N
θ
F_2= ?

[6 N , 53.13^0]

****

(٨) متجهان قيمتها العددية B = 10 , A = 5 ، الزاوية بينهما ٦٠˚ ، اوجد قيمة كل من حاصل الضرب القياسى و الأتجاهى لهما .

****

س ١٠ : ٣- مسائل عامة للتدريب

(٩) احسب المسافة المقطوعة والإزاحة فيما يلى :
أ- جسم دار نصف دورة من (A) الى (B) حول حدية نصف قطرها r متر .
ب- جسم دار دورتين كاملتين على محيط دائرة نصف قطرها 14m .
ت- تسلق رجل بئر عمقه 60m وعندما وصل لحافته عاد لثلث عمقه اوجد الإزاحة والمسافة التى قطعها الرجل .
ث- صنع جسم دورة كاملة حول محيط دائرة نصف قطرها (r) .
ج- جسم تحرك على محيط دائرة قطرها 4cm وأتم 1.75 دورة .

****

(١٠) عندما يتحرك جسم على دائرة طول محيطها 44m ، وطول قطرها 14m من النقطة A الى النقطة B فان :



(أ) المسافة المقطوعة = ...m
(ب) الإزاحة = ...m

A
B

****

(١١) عندما يتحرك جسم من الموضع A الى الموضع B ثم غير اتجاهه الى الموضع C كما بالرسم أحسب:
(أ) المسافة المقطوعة
(ب) الإزاحة المقطوعة
(جـ) المسافة والإزاحة عندما يعود الى الموضع A

A
8m
B
6m
C

[14m , $\overrightarrow{AC}$ فى اتجاه 10m , 24 m , zero]

****

(١٢) ملعب كرة يد على هيئة مستطيل طوله 60m وعرضه 40m فما مقدار المسافة والإزاحة اللتان يقطعهما لاعب إذا قام بالدوران حول الملعب دورة كاملة .

****

الحركة فى خط مستقيم

الحـركة

مقدمة عندما يتغير موضع جسم خلال فترة من الزمن يكون الجسم قد تحرك ، وبناء عليه يكون هناك حالتان للجسم
(١) **الجسم الساكن** : هو الجسم الذى لا يتغير موضعه بمرور الزمن .
(٢) **الجسم المتحرك** : هو الجسم الذى يتغير موضعه بمرور الزمن .

تعريف الحركة هى التغير الحادث فى موضع الجسم بمرور الزمن بالنسبة لموضع جسم أخر .

مخطط الحركة هو مجموعة من الصور المتتابعة لجسم متحرك فى فترات زمنية متساوية والتى تجمع في صورة واحدة .

أنواع الحركة

الحركة الانتقالية
هى حركة تتميز بوجود نقطة بداية ونقطة نهاية .

مثل:
(١) **الحركة فى خط مستقيم** : تمثل أبسط أنواع الحركة وهى مثل حركة القطار .
(٢) **الحركة فى مسار منحنى** : مثل حركة المقذوفات هى حركة الجسم عندما يقذف بسرعة لأعلى بزاوية ميل فى مسار منحنى يسمى قطع مكافئ . .

الحركة الدورية
هى حركة تكرر نفسها على فترات زمنية متساوية .

مثل
(١) **الحركة الدائرية فى مسار مغلق** : مثل حركة الأقمار حول الكواكب أو حركة الكواكب حول النجوم أو حركة الأرجوحة الدوارة بالملاهي .
(٢) **الحركة الاهتزازية** : مثل حركة بندول الساعة .
(٣) **الحركة الموجية** : مثل موجات الصوت .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	تعتبر حركة القطار حركة انتقالية	لأنه يتغير فيها موضع الجسم من نقطة البداية الى نقطة النهاية
٢	تعتبر الحركة الاهتزازية حركة دورية	لأنها حركة تكرر نفسها على فترات زمنية متساوية .
٣	حركة الالكترون حول النواة حركة دورية	
٤	تختلف حركة المقذوفات عن الحركة الاهتزازية .	لان حركة المقذوفات مثال للحركة الانتقالية بينما الحركة الاهتزازية من انواع الحركة الدورية .

السـرعـة

تعريفها : (١) هى الإزاحة التى يقطعها الجسم فى الثانية الواحدة . (٢) هى المعدل الزمني للتغير فى الإزاحة .

قانونها : السرعة = $\frac{\text{التغير فى الازاحة}}{\text{التغير فى الزمن}}$ $V = \frac{\Delta d}{\Delta t}$

وحدة قياسها : (١) متر / ثانية (m/s) (٢) كيلومتر / ساعة (km/hr)

م	ما معنى قولنا أن	الإجابة
١	**سيارة تتحرك بسرعة** 40 m/s	معنى ذلك أن السيارة تقطع إزاحة 40 m فى زمن قدره ثانية واحدة .
٢	**جسم يقطع إزاحة** 120m **خلال دقيقة .**	أى أن سرعة الجسم = 2m/s .

يمكن التعبير عن السـرعـة بطريقتين :

وجه المقارنة	١- السرعة العددية (القياسية)	٢- السرعة المتجهة
التعريف	هى المسافة التى يقطعها الجسم فى وحدة الزمن	هى الإزاحة التى يقطعها الجسم فى وحدة الزمن
نوع الكمية	قياسية (تحدد بالمقدار فقط)	متجهة (تحدد بالمقدار والاتجاه).
الإشارة	تكون موجبة دائماً	**موجبة** إذا تحرك الجسم فى اتجاه معين **وسالبة** إذا تحرك فى عكس هذا الاتجاه .
أمثلة	سيارة تتحرك بسرعة 80km/h	سيارة تتحرك بسرعة 80km/h جنوباً .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	**السرعة كمية متجهة .**	لأنها ناتج قسمة الإزاحة وهى كمية متجهة على الزمن وهو كمية قياسية وناتج قسمة كمية متجهه على كمية قياسية يعطى كمية متجهة.
٢	**السرعة كمية قياسية فى بعض القياسات ومتجهة فى قياسات أخرى .**	لأنه فى بعض القياسات يمكن حساب السرعة من العلاقة (مسافة ÷ زمن) فتكون كمية قياسية وفى قياسات أخرى يتم حسابها من العلاقة (إزاحة ÷ زمن) فتكون كمية متجهة .
٣	**السرعة كمية متجهة بينما مقدارها كمية قياسية .**	لان السرعة ناتج قسمة كمية متجهة وهى الازاحة على كمية قياسية وهى الزمن والناتج يكون كمية متجهة أما مقدار السرعة يلزم لمعرفته معرفة تامة معرفة المقدار فقط .

أنواع السرعة

وجه المقارنة	١- السرعة المنتظمة	٢- السرعة المتغيرة(غير منتظمة)
التعريف	- هى السرعة التى يقطع فيها الجسم إزاحات متساوية فى أزمنة متساوية . - وتكون السرعة ثابتة فى المقدار و الاتجاه .	- هى السرعة التى يقطع فيه الجسم إزاحات غير متساوية فى أزمنة متساوية . - وتكون السرعة متغيرة فى المقدار او الاتجاه أو كلاهما معاً .
التمثيل البياني	الإزاحة(m) الزمن (s)	الإزاحة(m) الزمن (s)

السرعة المتغيرة

وجه المقارنة	السرعة اللحظية	السرعة المتوسطة
التعريف	هى سرعة الجسم عند لحظة معينة .	هى الإزاحة من نقطة البداية الى نقطة النهاية مقسومة على الزمن الكلى .
القانون	السرعة اللحظية (v) = التغير فى الازاحة / زمن التغيير $V = \frac{\Delta d}{\Delta t}$	السرعة المتوسطة ($\bar{V}$) = الإزاحة الكلية / الزمن الكلى $\bar{V} = \frac{d}{t} = \frac{V_f + V_i}{2}$
التمثيل البياني	الإزاحة (m)، الزمن (s)، الميل = $\frac{\Delta d}{\Delta t}$، Δd، Δt	الإزاحة (m)، الزمن (s)، الميل = $\frac{d}{t}$، d، t
الميل	يتم رسم مماس للمنحنى عند النقطة التى تقابل هذه اللحظة ويكون ميل المماس هو سرعة السيارة اللحظية.	يتم رسم الخط الواصل بين نقطة بداية الحركة ونقطة نهايتها وميل هذا الخط هو السرعة المتوسطة .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	قد تتساوى السرعة المتوسطة مع السرعة اللحظية لجسم .	لان الجسم يتحرك بسرعة منتظمة .
٢	– حركة سيارة على الطريق ليست ثابتة . – يصعب تحقيق السرعة المنتظمة لسيارة .	لأنها تتغير بحسب أحوال الطريق فأحياناً تتزايد وأحياناً تتناقص .
٣	يستخدم مصطلح السرعة المتجهة وليس السرعة العددية عند استخدام المسائل ومعادلات الحركة .	لان السرعة المتجهة هى التى تصف حركة الجسم وصفاً تاماً .
٤	اختلاف السرعة العددية عن السرعة المتجهة	لان السرعة العددية هى النسبة بين المسافة والزمن بينما السرعة المتجهة هى النسبة بين الإزاحة والزمن .
٥	السرعة المتجهة قد تكون موجبة أو سالبة	تكون موجبة إذا تحرك الجسم فى اتجاه معين وسالبة إذا تحرك فى عكس هذا الاتجاه .
٦	قد تتساوى السرعة العددية مع السرعة المتجهة .	يحدث ذلك إذا تحرك الجسم في خط مستقيم في إتجاه ثابت .

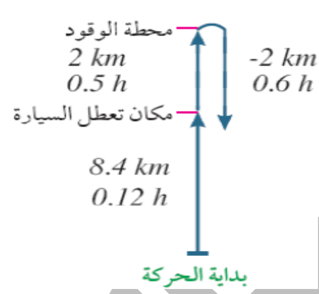
م	ما معنى قولنا أن	الإجابة
١	**سيارة تسير بسرعة منتظمة** 20m/s.	أى أن السيارة تقطع إزاحة قدرها 20m كل ثانية طول حركتها بانتظام . أو أن المعدل الزمني للتغير فى إزاحة السيارة = 20m/s .
٢	**السرعة العددية لجسم** 30m/s.	أى أن المسافة التى يقطعها الجسم خلال زمن قدره 1s هو 30m .
٣	**السرعة المتوسطة لسيارة** 50km/h **شرقاً**.	أى أن مقدار الإزاحة الكلية التى تقطعها السيارة مقسومة على الزمن الكلى = 50km/h شرقاً .
٤	**السرعة اللحظية لقطار =** 4m/s.	أى أن سرعة القطار عند لحظة معينة = 4m/s .

ملاحظات هامة

- من التصورات الخطأ الخلط بين مصطلح السرعة المتوسطة وهى كمية متجهة ومصطلح السرعة العددية المتوسطة وهى كمية قياسية .
- عندما يتحرك الجسم بسرعة منتظمة تكون محصلة القوى المؤثرة عليه تساوى صفر .
- قد تكون السرعة المتوسطة سالبة وقد تكون موجبة تبعاً لإشارة الازاحة .

أمثلة محلولة

(١) قاد شخص سيارة فى خط مستقيم فقطع (8.4km) فى زمن قدره (0.12h) ، ثم نفذ منه وقود السيارة فتركها ومشى فى نفس الخط المستقيم لأقرب محطة وقود وقطع (2km) فى زمن قدره (0.5h) احسب سرعته المتوسطة من بداية الحركة حتى نهايتها وإذا افترضنا أن الشخص عاد مرة أخرى فى زمن قدره 0.6h احسب السرعة المتوسطة للحركة منذ بدايتها حتى عودته الى السيارة مرة أخرى.



الحل

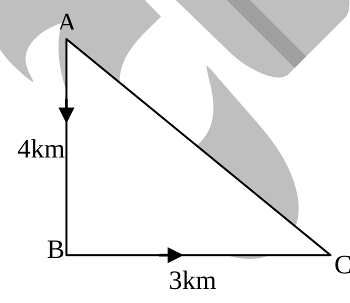
$$\bar{V} = \frac{d}{t} = \frac{8.4+2}{0.12+0.5} = 16.8km/h$$

عندما يعود الشخص الى السيارة مرة أخرى فان إزاحته تصبح (8.4km) كما بالرسم .

$$\bar{V} = \frac{d}{t} = \frac{8.4}{0.12+0.5+0.6} = 6.89km/h$$

****

(٢) تحركت سيارة من الموضع A الى الموضع B ثم الى الموضع C كما بالشكل فاستغرقت زمن قدره 7 دقائق احسب كلا من السرعة العددية والسرعة المتجهة



الحل

حساب المسافة الكلية = 3 + 4 = 7 km .

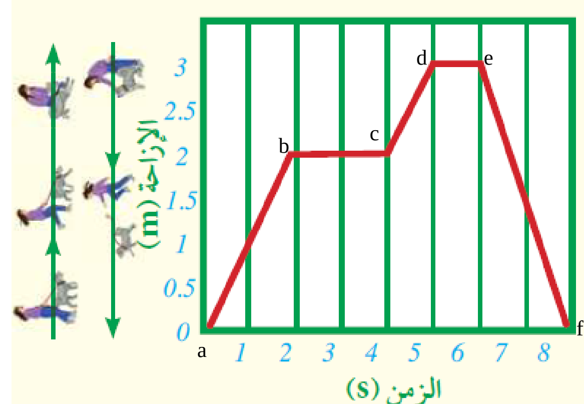
❶ السرعة العددية = $\frac{\text{المسافة الكلية}}{\text{الزمن}}$ $\quad V = \frac{d}{t} = \frac{7}{7} = 1km/\min$

حساب الازاحة الازاحة $= \sqrt{(3)^2 + (4)^2} = 5km$

❷ السرعة المتجهة = $\frac{\text{الازاحة}}{\text{الزمن}} = \frac{5}{7}$ km/min

****

يعبر الشكل البيانى عن حركة فتاة بداية من منزلها حتى عودتها مرة آخرى، ادرس الشكل ثم أجب عن الأسئلة التالية:



- متى توقفت الفتاة؟
- ما أكبر سرعة تحركت بها الفتاة؟
- لماذا تكون سرعة عودتها سالبة؟
- ما الفرق بين الإزاحة والمسافة التى تقطعهما الفتاة؟

الحل

- توقفت الفتاة عند نقطتي d , b
- أكبر سرعة تحركت بها الفتاة = 1.5m/s

$$V_{ab}=\frac{2-0}{2-0}=\frac{2}{2}=1m/s \qquad V_{bc}=\frac{2-2}{4-0}=\frac{0}{2}=0m/s \qquad V_{cd}=\frac{3-2}{5-4}=\frac{1}{1}=1m/s$$

$$V_{de}=\frac{3-3}{6-5}=\frac{0}{1}=0m/s \qquad V_{ef}=\frac{0-3}{8-6}=\frac{-3}{2}=-1.5m/s$$

- تكون سرعة عودتها سالبة لأنها تتحرك فى عكس الاتجاه والدليل على ذلك ان ميل الخط لأسفل أى سالب.
- الإزاحة : d = 0 ، المسافة : S = 2 + 1 + 3 = 6m

****

العجلة (a)

تعريفها (١) هى التغير فى سرعة الجسم خلال وحدة الزمن .
(٢) هى المعدل الزمني للتغير فى السرعة .

الحركة المعجلة : هى الحركة التى يحدث فيها تغير فى السرعة بمرور الزمن .

قانونها العجلة = التغير فى السرعة / التغير فى الزمن = السرعة النهائية ـ السرعة الابتدائية / الزمن النهائى ـ الزمن الابتدائى

$$a=\frac{V_2-V_1}{t_2-t_1}$$

وحدات قياسها : (١) متر / ثانية٢ (m/s^2) (٢) كيلومتر/ساعة٢ (km/h^2)

أنواع العجلة

وجه المقارنة	العجلة المنتظمة	العجلة المتغيرة
التعريف	العجلة التى يتحرك بها الجسم عندما تتغير سرعته بمقادير متساوية فى أزمنة متساوية	العجلة التى يتحرك بها الجسم عندما تتغير سرعته بمقادير غير متساوية فى أزمنة متساوية .
التمثيل البياني	السرعة (v) — الزمن (s)	السرعة (v) — الزمن (s)

العجلة قد تكون :

موجبة (تزايدية)	سالبة (تناقصية)	صفر (سرعة منتظمة)
هى العجلة التى يتحرك بها الجسم عندما تزداد سرعته بمرور الزمن .	هى العجلة التى يتحرك بها الجسم عندما تقل سرعته بمرور الزمن .	هى العجلة التى يتحرك بها الجسم عندما تكون سرعته ثابتة .
تكون فيها السرعة النهائية أكبر من السرعة الابتدائية .	تكون بها السرعة النهائية أقل من السرعة الابتدائية .	تكون فيها السرعة النهائية تساوى السرعة الابتدائية .
تنطبق على أى حركة تبدأ من السكون وعند سقوط الأجسام راسياً لأسفل .	تنطبق على حالة استخدام الفرامل فى السيارات والقطارات والدراجات وعند قذف الأجسام راسياً لأعلى .	تنطبق على الجسم الساكن والجسم المتحرك بسرعة ثابتة .
التمثيل البياني : خط مستقيم يبدأ من نقطة الأصل أو من محور الزمن . V(m/s) t(s)	التمثيل البياني : خط مستقيم ينتهى عند محور الزمن . V(m/s) t(s)	التمثيل البياني : خط مستقيم يوازى محور الزمن . V(m/s) t(s)
مثال : عندما تهبط الكرة المستوى المائل تزداد سرعتها بمرور الزمن ، وبالتالى تكون العجلة موجبة .	مثال : عندما تصعد الكرة المستوى المائل تقل سرعتها بمرور الزمن وبالتالى تتحرك بعجلة سالبة .	مثال : عندما تتحرك الكرة على مستوى أفقي أملس فان سرعتها لا تتغير وبالتالى تكون العجلة تساوى صفراً .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	العجلة كمية متجهة .	لأنها ناتج قسمة السرعة وهى كمية متجهة على الزمن وهو كمية قياسية
٢	عندما يتحرك جسم بسرعة منتظمة فان العجلة تساوى صفر.	لان التغير فى السرعة = صفر فيكون المعدل الزمني للتغير فى السرعة (العجلة) = صفر .
٣	أحياناً تكون العجلة تزايدية وأحياناً تكون تناقصية .	لأنه إذا كانت السرعة النهائية للجسم أكبر من سرعته الابتدائية تكون العجلة تزايدية بينما إذا كانت السرعة الابتدائية للجسم اكبر من سرعته النهائية تكون العجلة تناقصية .
٤	عندما يتحرك الجسم بعجلة فان الخط البياني الذى يمثل العلاقة (الإزاحة – الزمن) لا يكون مستقيماً	لان الجسم الذى يتحرك بعجلة تكون سرعته غير منتظمة وبالتالى تكون العلاقة (الإزاحة – الزمن) منحنى .
٥	الجسم الذى تكون حركته معجلة لا يمكن أن يتحرك بسرعة منتظمة .	لان الجسم الذى يتحرك حركة معجلة تتغير سرعته بمرور الزمن
٦	تشتق وحدة قياس العجلة من وحدتي المسافة والزمن .	لان وحدة قياس العجلة هى خارج قسمة وحدة قياس السرعة (مسافة / زمن) على وحدة قياس الزمن .

م	ما معنى قولنا أن	الإجابة
١	ترام يتحرك بعجلة منتظمة $60\ m/s^2$	أى أن سرعة الترام تزداد بمقدار 60 m/s فى كل 1s
٢	قطار يتحرك بعجلة منتظمة $-30\ m/s^2$	أى أن سرعة القطار تقل بمقدار 30 m/s فى كل 1s

أمثلة محلولة

(١) تتحرك سيارة بسرعة ابتدائية 15 m/s لتصل سرعتها خلال 2.5 s الى سرعة نهائية 20 m/s ، احسب العجلة التى تتحرك بها خلال تلك الفترة .

$V_i = 15, t = 2.5, V_f = 20, a = ?$

الحل

$$a = \frac{V_f - V_i}{t} = \frac{20-15}{2.5} = 2 m/s^2$$

****

(٢) طائرة جامبو تلامس أرضية الممر أثناء هبوطها بسرعة ابتدائية 160m/s وتتطلب زمناً قدره 32s لتتوقف تماماً . أحسب العجلة التى تتحرك بها خلال تلك الفترة .

$V_i = 160, t = 32, V_f = 0, a = ?$

الحل

$$a = \frac{V_f - V_i}{t} = \frac{0-160}{32} = -5 m/s^2$$

****

(٣) سيارة خاصة تستطيع التحرك من السكون ، وتصل سرعتها الى 90km/h فى 10s ، ما العجلة التى تحركت بها السيارة ؟

$V_i = 0$
$t = 10$
$V_f = 90$
$a = ?$

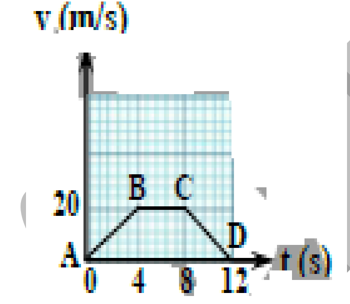
الحل

$$V_f = 90 \times \frac{5}{18} = 25 m/s$$

$$a = \frac{V_f - V_i}{t} = \frac{25-0}{10} = 2.5 m/s^2$$

****

(٤) من الشكل المقابل : (أ) صف نوع الحركة خلال 12s . (ب) احسب عجلة الحركة فى كل جزء .(ج) احسب المسافة التى قطعها الجسم خلال حركته من B الى C



الحل

(أ) *خلال الاربع ثوانى الاولى يتحرك الجسم بعجلة منتظمة موجبة .

*خلال الاربع ثوانى الثانية يتحرك الجسم بسرعة منتظمة (عجلة صفرية)

* خلال الاربع ثوانى الاخيرة يتحرك الجسم بعجلة منتظمة .

ب) * من A الى B
$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{20-0}{4-0} = \frac{20}{4} = 5 m/s^2$$

* من B الى C
$$a = 0$$

* من C الى D
$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{0-20}{12-8} = \frac{-20}{4} = -5 m/s^2$$

ج) $d = V . \Delta t$ ⇨ $= 20 \times (8 - 4) = 80\ m$

****

(٥) تتحرك سيارة بسرعة 30 m/s وعندما ضغط السائق على الكابح (الفرامل) توقفت السيارة خلال زمن قدره 15s اوجد مقدار العجلة التى تتحرك بها السيارة ونوع العجلة مع ذكر السبب .

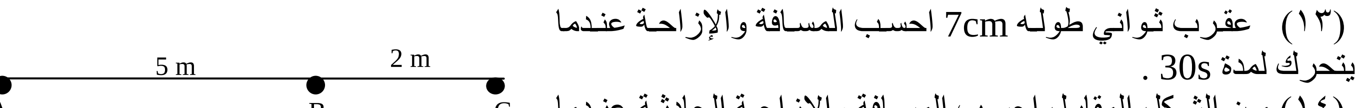
$V_i = 30$
$t = 15$
$V_f = 0$
$a = ?$

الحل

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_f - V_i}{\Delta t} = \frac{0-30}{15} = -2 m/s^2$$

العجلة منتظمة سالبة لأن السرعة النهائية (V_f) < السرعة الابتدائية (V_i) .

(١٣) عقرب ثواني طوله 7cm احسب المسافة والإزاحة عندما يتحرك لمدة 30s .



(١٤) من الشكل المقابل احسب المسافة والإزاحة الحادثة عندما يتحرك جسم من النقطة A الى النقطة C ثم يعود الى B .
[9m , AB فى اتجاه 5m]

****

(١٥) أراد شخص أن يتنزه حول حديقة مربعة الشكل (ABCD) طول ضلعها 100m فبدأ من A ثم اتجه الى النقطة D مروراً بالنقطتين B , C . احسب : المسافة المقطوعة – الإزاحة الحادثة .

****

(١٦) اوجد محصلة قوتين إحداهما فى اتجاه المحور (x) وهى $F_x = 16N$ ، والأخرى فى اتجاه المحور (y) وهى $F_y = 9N$ ، ثم اوجد قيمة الزاوية التى تصنعها محصلة القوى مع المحور (x) . [18.36N , 29.36^0]

****

(١٧) إذا كانت محصلة قوتين F_x ، F_y هى F = 28.3N وتصنع زاوية 47.86^o مع اتجاه F_x فاوجد F_x عندما تكون $F_y = 21N$. [19N]

****

(١٨) قوتان متعامدتان متساويتان $F_1 = F_2$ أثرتا على جسم ، فإذا كانت الزاوية التى تصنعها محصلة القوتين مع المحور (x) هى ٤٥° وقيمتها العددية 20N فاوجد القيمة العددية للقوتين F_1 ، F_2 . [14.14N , 14.14N]

****

(١٩) قوتان متعامدتان F_x ، F_y تؤثران على جسم ساكن حيث $F_x = F_y = 80$ N .

أ- اوجد محصلة القوتين F_x ، F_y .

ب- اوجد قيمة الزاوية التى تصنعها محصلة القوتين F_x ، F_y مع المحور (x).

ت- هل يتحرك الجسم أم يظل ساكناً ؟ [113.14N , 45^0 , يتحرك]

****

(٢٠) غادرت ارض المطار طائرة صغيرة وبعد فترة من الزمن أعطت إشارة الى برج المراقبة أنها على بعد 215km وباتجاه يصنع زاوية ٢٢° من الشرق الى الشمال فكم تبعد الطائرة عن برج المراقبة فى الاتجاهين شرقاً وشمالاً ؟ . [199.34 km , 80.54 km]

****

(٢١) قارب يبحر نحو الشمال بسرعة 12km/h ولكنه ينحرف نحو الغرب بتأثر المد والجزر بسرعة 5km/h احسب مقدار واتجاه السرعة المحصلة للقارب .

****

(٢٢) الجدول التالى يوضح الإزاحة التى قطعها جسم بمرور الزمن بالنسبة لمبنى :

d (m)	0	2	4	6	6	5	4	3	2
t (s)	0	1	2	3	4	5	6	7	8

أ- أرسم العلاقة البيانية بين الإزاحة d على المحور الرأسي والزمن t على المحور الأفقى .

ب- من الرسم اوجد (المسافة الكلية التى قطعها الجسم – الإزاحة) . [10m , 2m]

****

الفصل الثانى

الحركة بعجلة منتظمة

معادلات الحركة فى خط مستقيم بعجلة منتظمة

المعادلة الأولى (معادلة السرعة والزمن)

إذا تغيرت سرعة جسم بمعدل ثابت من سرعة ابتدائية (V_i) الى سرعة نهائية (V_f) خلال زمن (t) فإن :

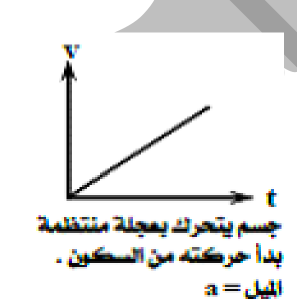
التغير فى السرعة $\Delta V = V_f - V_i$ ، التغير فى الزمن $\Delta t = t$

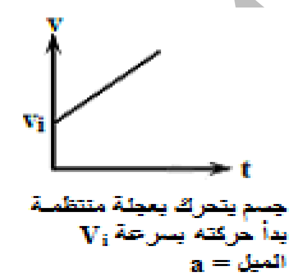
$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{V_f - V_i}{t} \Rightarrow \therefore at = V_f - V_i$$

$$V_f = V_i + at$$

أى أن : السرعة النهائية = السرعة الابتدائية + التغير فى السرعة .

العلاقة البيانية للمعادلة الاولى





****

المعادلة الثانية (معادلة الإزاحة والزمن)

يمكن حساب السرعة المتوسطة التى يتحرك بها الجسم باستخدام العلاقة : $\bar{V} = \frac{d}{t}$

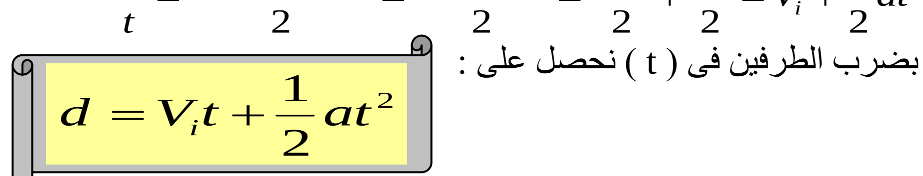
نظراً لان الجسم يتحرك بعجلة منتظمة فانه يمكن حساب السرعة المتوسطة باستخدام العلاقة : $\bar{V} = \frac{V_i + V_f}{2}$

من المعادلتين السابقتين يكون : $\frac{d}{t} = \frac{V_i + V_f}{2}$

بالتعويض عن (V_f) من المعادلة الأولى للحركة :

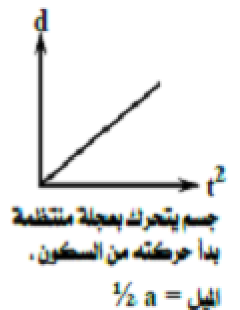
$$\frac{d}{t} = \frac{V_i + V_i + at}{2} = \frac{2V_i + at}{2} = \frac{2V_i}{2} + \frac{at}{2} = V_i + \frac{1}{2}at$$

بضرب الطرفين فى (t) نحصل على :

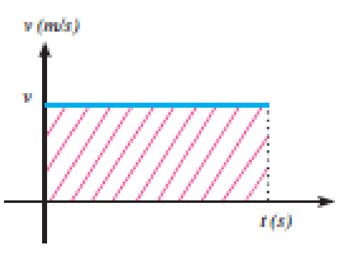
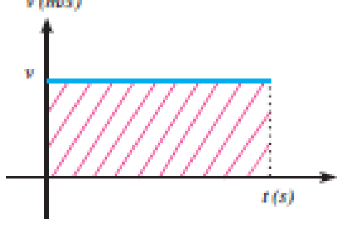


$$d = V_i t + \frac{1}{2}at^2$$

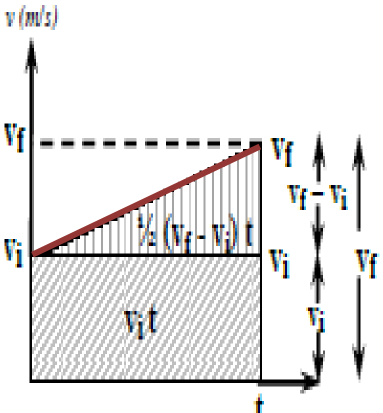
العلاقة البيانية للمعادلة الثانية



استنتاج المعادلة الثانية للحركة بيانيا

- إذا كانت الازاحة تساوى السرعة × الزمن فإنها فى الرسم البيانى المبين ستساوى عدياً الطول × العرض ، وهى هنا تعبر عن المساحة تحت المنحنى ، أى أن الإزاحة = المساحة تحت منحنى (السرعة – الزمن).



- بناء على ذلك يمكن استنتاج معادلة الحركة الثانية وحساب الإزاحة المقطوعة بحساب المساحة تحت منحنى (السرعة – الزمن) المبين بالشكل البيانى التالى وذلك بتقسيم المساحة تحت المنحنى الى مستطيل ومثلث .

الإزاحة المقطوعة = المساحة المظللة

= مساحة المستطيل السفلى + مساحة المثلث العلوي

= (الطول × العرض) + (½ القاعدة × الارتفاع).

$$= \frac{1}{2}(V_f - V_i)t + (V_i t)$$

وبما أن : $(V_f - V_i) = at$

الإزاحة المقطوعة $= \frac{1}{2}(at)t + (V_i t)$

$$d = V_i t + \frac{1}{2}at^2$$

****

المعادلة الثالثة (معادلة الإزاحة والسرعة)

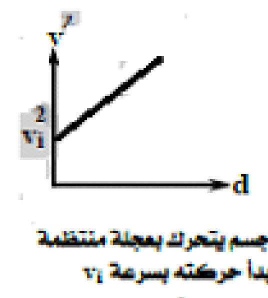
يمكن حساب الإزاحة (d) من العلاقة : $d = \bar{V}t$

وبما أن $\bar{V} = \frac{V_f + V_i}{2}$, $t = \frac{V_f - V_i}{a}$

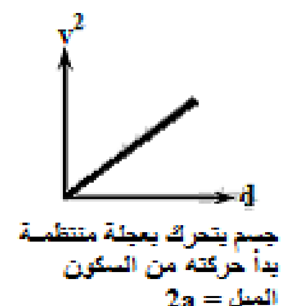
إذا $d = \frac{V_f + V_i}{2} \times \frac{V_f - V_i}{a} = \frac{V_f^2 - V_i^2}{2a}$

$$2ad = V_f^2 - V_i^2$$

العلاقة البيانية للمعادلة الثالثة



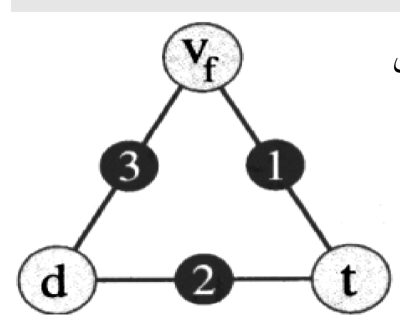
جسم يتحرك بعجلة منتظمة بدأ حركته بسرعة v_i الميل = 2a



جسم يتحرك بعجلة منتظمة بدأ حركته من السكون الميل = 2a

****

إرشادات لحل مسائل معادلات الحركة



١- يستخدم المثلث المقابل لحل مسائل معادلات الحركة ، حيث يدل الرقم المكتوب بين الكميتين (المعلومة والمجهولة) على رقم معادلة الحركة المستخدمة فى الحل .

٢- فى المسائل من النوع ، جسم يتحرك طبقاً لمعادلة ما ، يجب أن تصل بالمعادلة المعطاة الى اقرب صورة لإحدى معادلات الحركة الثلاثة باتباع الآتي : .

أ- إذا كان هناك جذر يجب التخلص منه بتربيع الطرفين .

ب- التخلص من أى مقام .

ت- إذا كان هناك سالب ينقل الى الطرف الاخر بالموجب .

ث- نختار المعادلة التى تشبه العلاقة ونقارن بينهما .

٣- بعض الالفاظ الهامة

أ- تكون العجلة سالبة وتسمى عجلة تناقصية وتأخذ إشارة سالبة فى القانون عند رؤية احد الالفاظ الاتية (فرامل / كابح – قذف لأعلى – تم تبطيئه – احتكاك)

ب- تكون السرعة النهائية تساوى صفر $(V_f = 0)$ عند رؤية الالفاظ الاتية (أقصى أرتفاع – حتى توقف)

ت- تكون السرعة الابتدائية تساوى صفر $(V_i = 0)$ عند رؤية الالفاظ الاتية (تحرك من السكون – سقط سقوطاً حراً)

٤- إذا تحرك جسم بسرعة منتظمة تكون السرعة النهائية تساوى السرعة الابتدائية ويكون (a = 0) .

٥- لتحويل وحدة قياس السرعة من km/h الى m/s نضرب فى $\frac{5}{18}$.

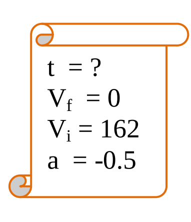
الحالات الخاصة لمعادلات الحركة

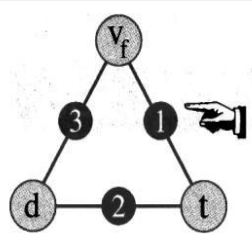
التحرك بسرعة منتظمة $a = 0$	التوقف فى نهاية الحركة $V_f = 0$	بداية الحركة من السكون $V_i = 0$	الصيغة العامة
$V_f = V_i$	$V_i = -at$	$V_f = at$	$V_f = V_i + at$
$d = V_i t$	$d = -\frac{1}{2}at^2$	$d = \frac{1}{2}at^2$	$d = V_i t + \frac{1}{2}at^2$
$0 = V_f^2 - V_i^2$	$2ad = V_i^2$	$2ad = V_f^2$	$2ad = V_f^2 - V_i^2$

أمثلة محلولة

(١) احسب الزمن الذى تستغرقه طائرة لتتوقف تماماً عند هبوطها على مدرج المطار ، إذا علمت أن سرعتها عند ملامستها لأرض الممر 162 km/h وتم تبطيئها بانتظام بمعدل 0.5m/s² .

الحل





$$V_f = V_i + at$$

$$0 = (162 \times \frac{5}{18}) + (-0.5t)$$

$$= 45 - 0.5t$$

$$0.5t = 45 \Rightarrow t = \frac{45}{0.5} \Rightarrow t = 90s$$

****

(٢) جسم يتحرك بعجلة منتظمة $6m/s^2$ من السكون فما هى قيمة كلاً من :-
١ـ سرعة الجسم بعد 8 ثوانى . ٢ـ المسافة المقطوعة بعد 10 ثوانى .
٣ـ المسافة المقطوعة عندما تصبح سرعة الجسم 12m/s .

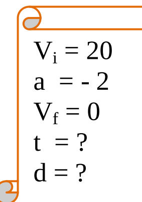
الحل

سرعة الجسم بعد 8 ثوانى	المسافة المقطوعة بعد 10 ثوانى	المسافة المقطوعة عند $V_f = 12$
$V_f = V_i + at$ $V_f = 0 + 6 \times 8$ $V_f = 48$ m/s	$d = V_i t + \frac{1}{2} a t^2$ $d = 0 + \frac{1}{2} \times 6 \times 100$ $d = 300$ m	$V_f = V_i + at$ $12 = 0 + 6t$ $t = 2s$ $d = V_i t + \frac{1}{2} a t^2$ $d = 0 + \frac{1}{2} \times 6 \times 4 = 12m$

****

(٣) قطار يتحرك بسرعة 20 m/s بعجلة منتظمة تناقصية $2\ m/s^2$ عند استخدام الفرامل . أوجد الزمن اللازم لتوقف القطار والمسافة التى يقطعها منذ استخدام الفرامل وحتى يتوقف .

الحل



$V_i = 20$
$a = -2$
$V_f = 0$
$t = ?$
$d = ?$

$$V_f = V_i + at$$

$$0 = 20 + (-2t)$$

$$2t = 20 \qquad t = \frac{20}{2} = 10s$$

$$d = V_i t + \frac{1}{2} a t^2 = (20 \times 10) + \frac{1}{2} \times -2 \times 100 = 200 - 100 = 100\ m$$

****

(٤) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة التالية : $V_f = \sqrt{36 + 6d}$ أوجد السرعة الابتدائية ، والعجلة التى يتحرك بها الجسم ، والمسافة التى يقطعها الجسم بعد زمن قدره 3s.

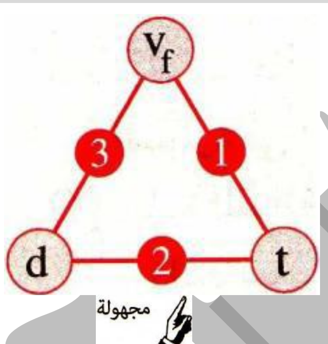
الحل

بتربيع الطرفين : $V_f^2 = 36 + 6d$

المعادلة الثالثة للحركة : $V_f^2 = V_i^2 + 2ad$

$V_i^2 = 36 \Rightarrow V_i = 6$ m/s

$2ad = 6d \Rightarrow 2a = 6 \Rightarrow a = 3m/s^2$



$$d = V_i t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$d = (6 \times 3) + (\frac{1}{2} \times 3 \times 9) = 18 + 13.5 = 31.5\ m$$

****

(٥) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة $(d = 14t + 10t^2)$ ، أحسب : السرعة الابتدائية ، والعجلة التى يتحرك بها الجسم ، والمسافة التى يقطعها الجسم بعد زمن قدره 5 s .

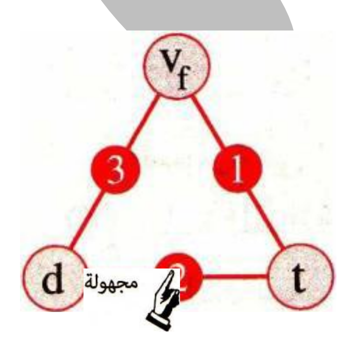
الحل

$d = 14t + 10t^2$

المعادلة الثانية للحركة : $d = V_i t + \frac{1}{2} a t^2$

$V_i t = 14t \Rightarrow V_i = 14$ m/s

$\frac{1}{2} a t^2 = 10t^2 \Rightarrow a = 2 \times 10 = 20\ m/s^2$



$$d = V_i t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$= (14 \times 5) + (\frac{1}{2} \times 20 \times 25) = 70 + 250 = 320m$$

(٦) يقود شخص سيارة بسرعة منتظمة مقدارها 30 m/s ، وفجأة رأى طفلاً يركض فى الشارع فإذا كان الزمن اللازم ليضغط على الفرامل هو 0.5 s ، فتباطأت السيارة بعجلة منتظمة مقدارها $9\ m/s^2$ حتى توقفت ، ما الإزاحة الكلية التى قطعتها السيارة قبل أن تقف ؟

الحل

١- حساب الإزاحة أثناء فترة الاستجابة (السرعة المنتظمة)

$$d_1 = v\,t = 30 \times 0.5 = 15\ m$$

٢- حساب الإزاحة بعد الفرملة حتى الوقوف (السرعة تناقصية)

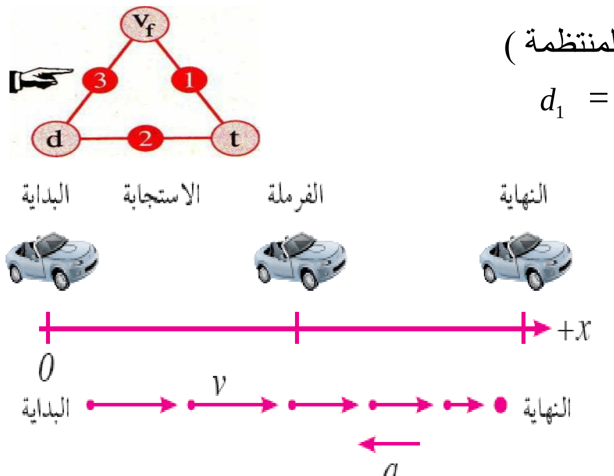
$$2ad_2 = V_f^2 - V_i^2$$

$$2ad_2 = -V_i^2$$

$$d_2 = \frac{-V_i^2}{2a} = \frac{-(30)^2}{2\times -9} = 50m$$

$$d = d_1 + d_2 = 15 + 50 = 65m$$

لاحظ أن مقدار الإزاحة الكلية هى نفسها المسافة الكلية التى تقطعها السيارة لكى تتوقف .



****

تطبيقات على الحركة بعجلة منتظمة

من أهم التطبيقات على الحركة بعجلة منتظمة : (١) السقوط الحر . (٢) المقذوفات .

اولا - السقوط الحر

عندما يسقط جسمان مختلفان فى الوزن (كتاب وورقة) من مكان مرتفع عن سطح الارض ، فإن هذان الجسمان يبدءا حركتهما من السكون ($V_i = 0$) **متجهان لأسفل تحت تأثير** :

(١) قوة جذب الأرض لهما (وزنهما) .

(٢) مقاومة الهواء حيث تصطدم جزيئات الهواء مع الجسم وتؤثر فى سرعة هبوطه ويظهر تأثيرها بشكل أكبر فى حالة الاجسام الخفيفة ، لذلك يصل الكتاب لسطح الارض أسرع من الورقة .

إذا أهملنا مقاومة الهواء فإن

الجسمان يسقطا تحت تأثير وزنيهما فقط فيكتسبا عجلة ثابتة منتظمة تعمل على زيادة السرعة تدريجياً حتى تصل الى أقصى قيمة لها لحظة اصطدامها بالأرض ، وتسمى هذه العجلة **عجلة الجاذبية الأرضية (عجلة السقوط الحر)**

عجلة السقوط الحر : هى العجلة المنتظمة التى تتحرك بها الأجسام أثناء سقوطها سقوطاً حراً نحو سطح الأرض .

ما معنى قولنا أن	الإجابة
عجلة السقوط الحر $9.8\ m/s^2$	أى انه إذا سقط جسم سقوطاً حراً فان سرعته تزداد تدريجياً بمقدار 9.8 m/s فى كل ثانية .

علل لما يأتى	الإجابة
تختلف عجلة الجاذبية من مكان لأخر على سطح الأرض	لتفلطح الأرض قليلاً عند القطبين فتكون الأجسام عند القطب أقرب الى مركز الأرض عند خط الاستواء لذا تكون قيمة عجلة السقوط الحر عند القطب أكبر من قيمتها عند خط الاستواء . أو : لاختلاف البعد عن مركز الأرض .

علماء أفادوا البشرية



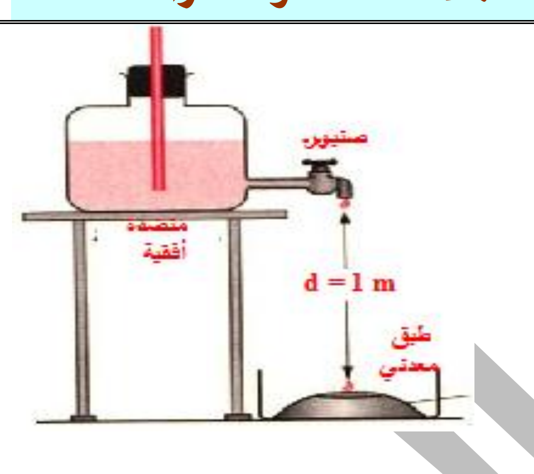
جاليليو

قام بإسقاط جسمين مختلفين فى الكتلة من فوف برج بيزا المائل بإيطاليا ، فوجد انه بإهمال مقاومة الهواء فإن الاجسام المختلفة فى الكتلة تصل الى سطح الأرض فى نفس الوقت .

وبذلك فقد حكم فكرة أرسطو التى تنص على ان

" الاجسام ذات الكتل الكبيرة تصل الى سطح الأرض فى زمن أقل من الاجسام ذات الكتل الصغيرة "

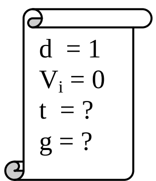
تعيين عجلة الجاذبية الأرضية باستخدام قطرات ماء تسقط سقوطًا حراً

الجهاز المستخدم	(١) إناء به ماء موضوع على منضدة أفقية . (٢) صنبور يتحكم فى سقوط قطرات الماء . (٣) ساعة إيقاف . (٤) طبق معدني يحدث صوتاً عند ارتطام قطرات الماء به	
فكرة التجربة	(١) قياس الفترة الزمنية (t) التى تستغرقها قطرة ماء تسقط سقوطاً حراً مسافة رأسية معينة (d) (٢) حساب قيمة (g) بمعلومية كل من (t) ، (d) بتطبيق المعادلة الثانية للحركة .	

خطوات التجربة	(١) ضع الطبق المعدني أسفل فوهة الصنبور على مسافة (d = 1m) . (٢) اضبط سقوط قطرات الماء من الصنبور بحيث تسمع صوت ارتطام قطرة الماء بالطبق المعدني فى نفس اللحظة التى تبدأ فيها القطرة التالية لها فى السقوط . (٣) عين زمن سقوط 50 قطرة مثلاً واحسب الزمن (t) بين قطرتين متتاليتين من العلاقة : $t = \frac{\text{الزمن الكلى لسقوط القطرات}}{\text{عدد القطرات}}$ (٤) كرر الخطوة السابقة عدة مرات لحساب متوسط الزمن اللازم لسقوط القطرة الواحدة . (٥) احسب قيمة عجلة الجاذبية (g) باستخدام المعادلة الثانية للحركة : $d = V_i t + \frac{1}{2} g t^2$ $V_i = 0$ $d = \frac{1}{2} g t^2$ $g = \frac{2d}{t^2}$

مثال: فى تجربة لتعيين عجلة الجاذبية الأرضية باستخدام قطرات ماء تسقط سقوطاً حراً كانت المسافة بين مصدر قطرات الماء وسطح الاناء 1m وكان زمن سقوط أو ارتطام 100 قطرة متتالية هو 45s ، احسب عجلة الجاذبية الارضية .

الحل



$t = 45 \div 100 = 0.45\ s$

$$g = \frac{2d}{t^2} = \frac{2 \times 1}{0.45 \times 0.45} = 9.88 m/s^2$$

ثانيا- المقذوفات

(أ) المقذوفات الراسية

عند قذف جسم من أسفل الى أعلى	عند سقوط جسم من أعلى الى أسفل
تقل السرعة تدريجياً حتى تنعدم عند أقصى ارتفاع . $(V_f = 0)$	تزداد سرعة الجسم تدريجياً حتى تصل الى أقصى قيمة لها عند سطح الأرض . $(V_i = 0)$
تكون قيمة عجلة الجاذبية (g) بإشارة سالبة أى أن السرعة تناقصية ، لأنه يتحرك فى عكس اتجاه قوة جذب الأرض .	تكون قيمة عجلة الجاذبية (g) بإشارة موجبة أى أن السرعة تزايدية ، لأنه يتحرك فى نفس اتجاه قوة جذب الأرض .
يمكن حساب قيمة (g) كالتالي : $g = \frac{V_f - V_i}{t - 0} = \frac{0 - V_i}{t - 0} = \frac{-V_i}{t}$	يمكن حساب قيمة (g) كالتالي : $g = \frac{V_f - V_i}{t - 0} = \frac{V_f - 0}{t - 0} = \frac{V_f}{t}$
يمكن تمثيل ذلك بيانياً كالتالي : V t	يمكن تمثيل ذلك بيانياً كالتالي : V t

م	علل لما يأتى	الإجابة
٢	عند سقوط جسم من سكون سقوطاً حراً تزداد سرعته .	لأنه يتحرك فى نفس اتجاه قوة جذب الأرض فتزداد سرعته بانتظام . أو : لأنه يتحرك بعجلة تزايدية عندما يتحرك فى اتجاه الجاذبية الأرضية . أو : لان الجسم يتأثر بقوة جذب الأرض له التى تكسبه عجلة منتظمة تعمل على زيادة سرعته تدريجياً حتى تصل الى أقصى قيمة لحظة اصطدامه بالأرض .
٣	تقل سرعة جسم عند قذفه بعيداً عن سطح الأرض	لأنه يتحرك بعجلة تناقصية عندما يتحرك فى عكس اتجاه الجاذبية الأرضية .
٤	عند قذف الجسم راسياً لأعلى تقل سرعته حتى تصل الى صفر عند أقصى ارتفاع .	لان الجسم يتحرك فى عكس اتجاه قوة جذب الأرض بعجلة سالبة فتقل سرعته تدريجياً حتى تنعدم عند أقصى ارتفاع .
٥	تسقط الأجسام المختلفة فى الكتلة على سطح الأرض عند تركها تسقط معاً .	لأنها تتحرك تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية والتى تعمل على ازدياد سرعتها بانتظام بمقدار 9.8 m/s فى كل ثانية (أى بنفس المعدل) .
٦	قد تكون عجلة السقوط الحر موجبة وقد تكون سالبة .	لأنه إذا تحرك الجسم قوة جذب الأرض تكون عجلة السقوط الحر موجبة بينما اذا تحرك الجسم فى عكس اتجاه قوة جذب الأرض تكون عجلة السقوط الحر سالبة .

٧	**عند قذف جسم لأعلى فان العجلة عند أقصى ارتفاع لا تساوى صفر .**	لأنه بفرض أن العجلة أصبحت صفراً فهذا يدل على عدم تغير سرعة الجسم عند أقصى ارتفاع وبذلك يظل ساكن ومعلق فى الهواء وهو ما لا يحدث فى الواقع مما يدل على ان عجلة الجسم لا تساوى صفر.

إرشادات حل المسائل

(١) سرعة الجسم عند أى نقطة أثناء الصعود = — سرعة الجسم عند نفس النقطة أثناء النزول وتدل الإشارة السالبة على أن السرعتين فى عكس الاتجاه

(٢) لحساب أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم نحسب المسافة التى يقطعها بالتعويض فى معادلة الحركة الثالثة :

$$2ad = V_f^{\,2} - V_i^{\,2}$$

(٣) زمن الصعود = زمن الهبوط ، وإذا قذف جسم لأعلى ثم عاد ثانية للأرض يقسم الزمن على 2 .

(٤) الزمن الكلى لتحليق الجسم = ضعف زمن الصعود = ضعف زمن الهبوط .

أمثلة محلولة

(١) سقط صندوق من طائرة هليكوبتر تحلق مستقرة على ارتفاع 78.4 m فوق بقعة معينة من سطح البحر ، احسب سرعة ارتطام الصندوق بالماء بإهمال مقاومة الهواء . إذا كانت عجلة الجاذبية الأرضية $9.8\ m/s^2$ ثم احسب زمن وصول الصندوق للماء .

الحل

$V_i = 0$
d = 78.4
$V_f = ?$
g = 9.8
t = ?

$$2ad = V_f^{\,2} - V_i^{\,2}$$

$$2 \times 9.8 \times 78.4 = V_f^{\,2} - 0$$

$$V_f^{\,2} = 1536.64 \qquad V_f = 39.2 m/s$$

$$V_f = V_i + gt$$

$$t = \frac{V_f - V_i}{g} = \frac{39.2 - 0}{9.8} = 4s$$

****

(٢) سقطت تفاحة من شجرة وبعد ثانية واحدة ارتطمت بالأرض . احسب قيمة سرعة التفاحة لحظة اصطدامها بالأرض . احسب السرعة المتوسطة للتفاحة خلال السقوط ، ثم اوجد بعد التفاحة عن الأرض عن بدء السقوط . ($g = 10\ m/s^2$) .

الحل

$V_i = 0$
t = 1
g = 10
d = ?
$V_f = ?$
$\bar{V} = ?$

$$V_f = V_i + gt$$

$$V_f = 0 + (10 \times 1) = 10\ m/s$$

$$\bar{V} = \frac{V_f + V_i}{2} = \frac{10 + 0}{2} = 5 m/s$$

$$d = V_i t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$= (0 \times 1) + (½ \times 10 \times 1) = 5m$$

****

(٣) حجر يسقط من سطح منزل ، فمر أمام شخص يقف فى إحدى شرفات المنزل على ارتفاع 5m من سطح الارض بعد 4s من لحظة السقوط ، اوجد : ارتفاع المنزل ، وسرعة الحجر عندما مر أمام الشخص . ($g = 10\ m/s^2$)



$V_i = 0$
$t = 4$
$g = 10$
$d = ?$
$V_f = ?$

المسافة بين اعلى المبنى وحتى الشخص $d = V_i t + ½ g t^2$

$= (0 \times 4) + (½ \times 10 \times 16) = 80$ m

ارتفاع المبنى $H = 80 + 5 = 85$ m

$$V_f = V_i + gt$$

$= 0 + (10 \times 4) = 40$ m/s

****

(٤) الجدول المقابل يوضح العلاقة بين السرعة والازاحة والزمن لجسم متحرك :

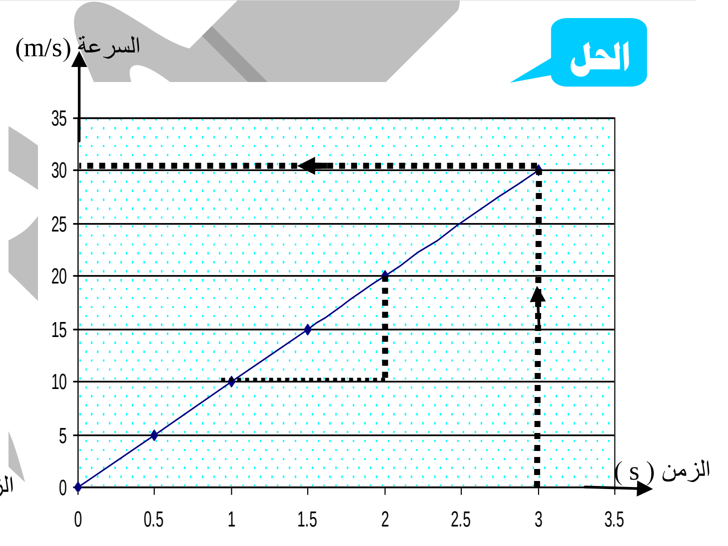
(أ) باستخدام الجدول ارسم العلاقة البيانية (الإزاحة – الزمن) والعلاقة (السرعة – الزمن)

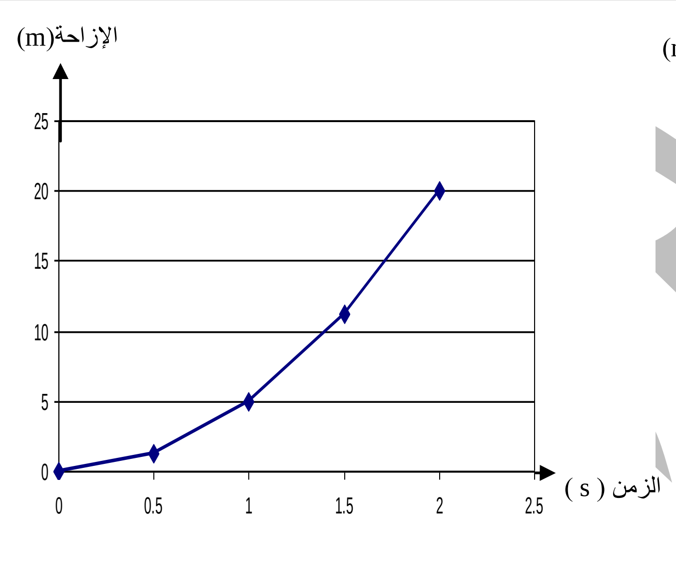
(ب) ما الذى يدل عليه زيادة التباعد بين مواقع الجسم بمرور الزمن ؟

(ت) استخدم معادلات الحركة فى حساب الازاحة والسرعة بعد مرور 3s .

الزمن (s)	0	0.5	1	1.5	2
الإزاحة (m)	0	1.25	5	11.25	20
السرعة (m/s)	0	5	10	15	20

الحل





(ب) يدل التباعد بين مواقع الجسم بمرور الزمن على أن الجسم يتحرك بسرعة تزايدية (عجلة موجبة) .

(ت) لحساب العجلة (a) التى يتحرك بها الجسم نحسب ميل المستقيم فى العلاقة (السرعة – الزمن) :

$$a = \frac{20-10}{2-1} = 10 m/s^2$$

$$d = V_i t + \frac{1}{2} a t^2 = 0 + \frac{1}{2} \times 10 \times (3)^2 = 45 m$$

$$V_f = V_i + at = 0 + 10 \times 3 = 30 m/s$$

****

(٥) قذف جسيم رأسياً لأعلى بسرعة 49 m/s احسب أقصى ارتفاع يصل اليه والزمن لذلك ($g = 10$ m/s²) .

الحل

$V_f = ?$
$V_i = 49$
$d = ?$
$g = -10$
$t = ?$

$$2ad = V_f^2 - V_i^2$$

$2 \times -10 \times d = 0 - (49)^2$

$-20 d = - 2401 \Rightarrow d = 120.05$ m

$$V_f = V_i + gt$$

$0 = 49 + (- 10 t)$

$10 t = 49$

$t = 49 \div 10 = 4.9$ s

(٦) قذف جسيم رأسياً لأسفل فاذا علمت ان الجسم تحرك مسافة 19.6 m حتى يلامس سطح الارض أحسب السرعة النهائية للجسم والزمن اللازم حتى يلامس سطح الارض ($g = 9.8\ m/s^2$) .

الحل

$V_f = ?$
$V_i = 0$
$d = 19.6$
$g = 9.8$
$t = ?$

$$2ad = V_f^{\,2} - V_i^{\,2}$$

$$2 \times 9.8 \times 19.6 = V_f^{\,2} - 0$$

$$V_f^2 = 384.16 \quad \Rightarrow \quad V_f = 19.6\ m/s$$

$$V_f = V_i + gt$$

$$19.6 = 0 + 9.8\,t$$

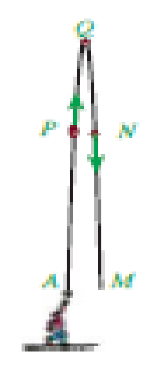
$$t = 19.6 \div 9.8 = 2\ s$$

****

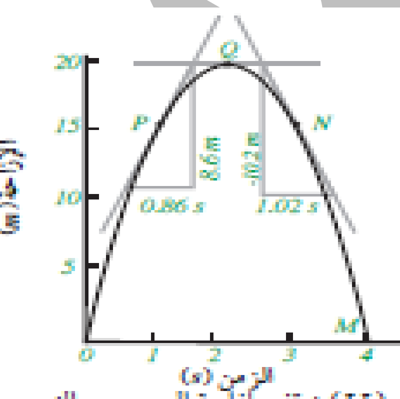
(٧) الجدول التالى يعبر عن قيم كل من الازاحة والزمن والسرعة لجسم يقذف رأسياً بسرعة ابتدائية (20 m/s)

t (s)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
d (m)	0	8.75	15	18.75	20	18.75	15	8.75	0
V (m/s)	20	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20

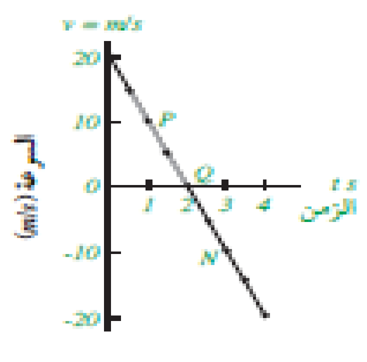
ويمكن تمثيل هذه الحركة باستخدام الاشكال التالية :



شكل (٢١) مسار حركة الجسم المقذوف



شكل (٢٢) : تغير إزاحة الجسم مع الزمن



شكل (٢٣) تغير سرعة الجسم مع الزمن

(أ) عين سرعة الجسم عند النقاط N , Q , P من خلال المنحنى البيانى (الازاحة – الزمن) ثم عينها مرة أخرى من خلال المنحنى البيانى (السرعة – الزمن) .

(ب) ما قيمة ميل المنحنى (السرعة – الزمن) ؟ وعلام يدل هذا الميل ؟ ولماذا يكون باشارة سالبة ؟

(ت) أحسب المسافة و الازاحة من بداية الحركة الى نهايتها .

الحل

(أ) من المنحنى (الإزاحة – الزمن) :

ميل المماس عند النقطة P

$$V_P = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{20-10}{1.5-0.5} = 10 m/s$$

ميل المماس عن النقطة Q

$$V_Q = 0$$

ميل المماس عند النقطة N

$$V_N = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{10-20}{3.5-2.5} = -10 m/s$$

من المنحنى (السرعة – الزمن) نحصل على نفس القيم .

(ب)

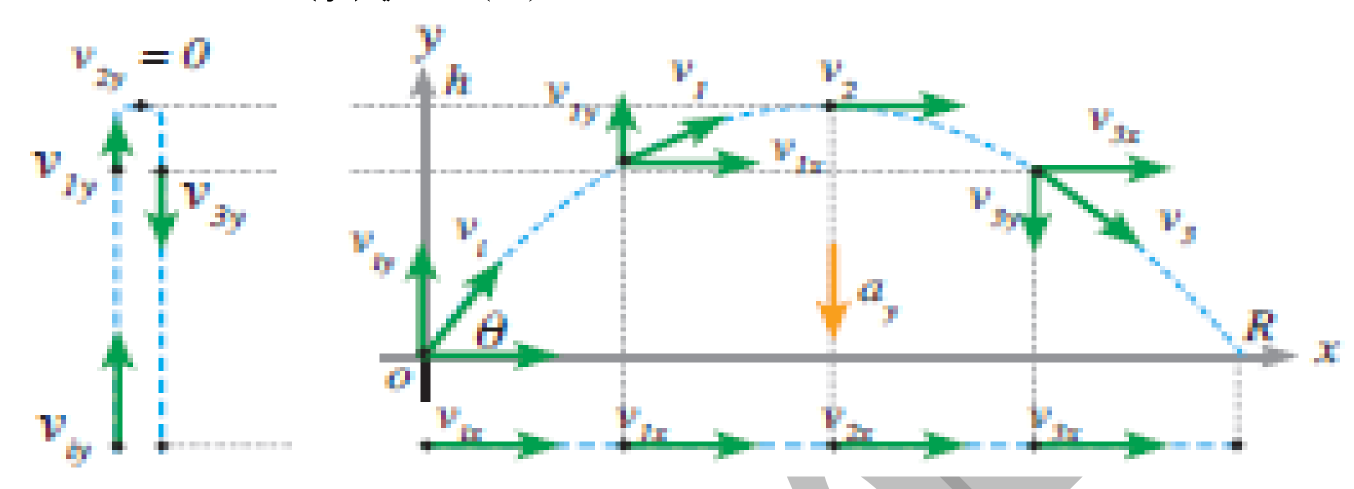
$$\text{الميل} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{0-20}{2-0} = -10 m/s$$

الميل يعبر عن العجلة التى يتحرك بها الجسم (عجلة السقوط الحر) ، وهو بإشارة سالبة لأن سرعة الجسم تقل كلما ابتعد عن سطح الارض .

(ت) المسافة = 40 m ، الإزاحة = 0

ب) المقذوفات بزاوية (الحركة فى بعدين) :

عندما ينطلق مقذوف مثل كرة او رصاصة او ماء نافورة او دانة مدفع بسرعة ابتدائية V_i وبزاوية (θ) مع المستوى الأفقى فانه يتخذ مساراً منحنياً ، ويمكن تحليل السرعة فى اتجاهين افقى (x) و رأسي (y) كما بالشكل



السرعة فى الاتجاه الأفقى (x)

– تتحرك فيه الكرة بسرعة ابتدائية منتظمة (V_{ix}) وذلك بفرض عدم وجدود قوة احتكاك ويمكن حساب هذه السرعة من العلاقة .

$$V_{ix} = V_i \cos\theta$$

– و بمعلومية (V_{ix}) ، ($a_x = 0$) يمكن حساب السرعة النهائية (V_{fx}) باستخدام معادلات الحركة الثلاثة .

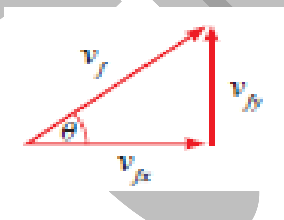
السرعة فى الاتجاه الرأسي (y)

– تتحرك فيه الكرة تحت تأثير عجلة السقوط الحر ، وبالتالى تكون السرعة متغيرة ويمكن تعيين السرعة الابتدائية (V_{iy}) فى الاتجاه الرأسى من العلاقة

$$V_{iy} = V_i \sin\theta$$

– وبمعلومية (V_{iy}) ، ($a_y = g = -10\ m/s^2$) يمكن حساب (V_{fy}) باستخدام معادلات الحركة.

وتحسب سرعة الكرة عند أى لحظة من نظرية فيثاغورث



$$V_f = \sqrt{(V_{fx})^2 + (V_{fy})^2}$$

استنتاج زمن الصعود (t)

نعوض بـ ($V_{fy} = 0$) فى المعادلة الأولى للحركة فيكون :

$$V_{fy} = V_{iy} + gt \Rightarrow 0 = V_{iy} + gt$$

$$-V_{iy} = gt$$

$$t = \frac{-V_{iy}}{g}$$

زمن التحليق (T)

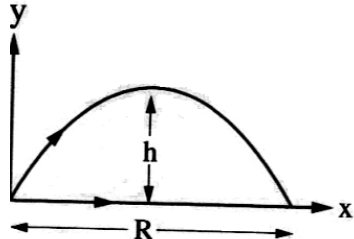
هو الزمن بين بداية حركة الجسم حتى وصوله الى الارض عند نقطة النهاية و يكون زمن التحليق (T) ضعف زمن الصعود (t)

$$T = 2t = \frac{-2V_{iy}}{g}$$

استنتاج أقصى ارتفاع رأسي (h)

عندما يصل الجسم الى أقصى أرتفاع تنعدم السرعة فى الاتجاه الرأسى ونعوض بـ $(V_{fy} = 0)$ فى المعادلة الثالثة للحركة فيكون:

$$2gh = V_{fy}^{2} - V_{iy}^{2} \Rightarrow 2gh = -V_{iy}^{2}$$



$$h = \frac{-V_{iy}^{2}}{2g}$$

استنتاج أقصى مدى أفقي (R)

— هو أقصى مسافة أفقية يقطعها الجسم

— لاحظ أن زمن أقصى مدى أفقي = زمن التحليق = T .

— بالتعويض عن ($a_x = 0$)، (d = R) فى معادلة الحركة الثانية نجد أن

$$d = V_{ix}T + ½g_{x}t$$

$$R = V_{ix}T = 2V_{ix}t = \frac{-2V_{ix}V_{iy}}{g}$$

أمثلة محلولة

(١) انطلقت دراجة نارية بسرعة 15 m/s وفى اتجاه يصنع زاوية 30^0 مع الأفقي ، ما أقصى ارتفاع تصل إليه الدراجة ؟ وما زمن تحليقها ؟ وما أقصى مدى أفقي يمكن أن تصل إليه الدراجة ؟

الحل

$V_i = 15$
$\theta = 30$
h = ?
T = ?
R = ?

$$V_{ix} = V_i \cos\theta = 15 \times \cos 30 = 15 \times 0.866 = 13 m/s$$

$$V_{iy} = V_i \sin\theta = 15 \times \sin 30 = 15 \times 0.5 = 7.5 m/s$$

$$h = \frac{-V_{iy}^{2}}{2g} = \frac{-(7.5)^2}{2 \times (-10)} = 2.8m$$

$$T = 2t = \frac{-2V_{iy}}{g} = \frac{-2 \times 7.5}{-10} = 1.5s$$

$$R = V_{ix}T = 13 \times 1.5 = 19.5m$$

****

(٢)شخص يقف على سطح مبنى ، يقذف كرة بسرعة ابتدائية 40 m/s فى اتجاه يصنع زاوية 30^0 مع الافقى ، فإذا استغرقت الكرة زمن 4s لتصل الى سطح الأرض .
(أ) ما ارتفاع المبنى .
(ب) على أى مسافة من قاعدة المبنى يسقط الجسم ؟ $(g = 10\ m/s^2)$

الحل

(أ) $V_{iy} = V_i \sin\theta = 40 \sin 30 =$ 20 m/s

$$h = V_{iy} t + \frac{1}{2} g t^2 = (20 \times 4) + (\frac{1}{2} \times 10 \times (4)^2) = 160\ m$$

(ب) $V_{ix} = V_i \cos\theta = 40 \cos 30 = 34.64\ m/s$

$d = V_{ix} t = 34.64 \times 4 = 138.56\ m$

****

(٣)اثبت أن المسافة الأفقية للمقذوف بزاوية $(60^0 , 30^0)$متساوية .

الحل

عند القذف بزاوية ٦٠° :

$t = \frac{V_{iy}}{g}$ (زمن الصعود)

$t = \frac{2V \sin 60_i}{g}$ (زمن الصعود والهبوط)

$$X_1 = \frac{V_i \cos 60 \times 2V_i \sin 60}{g}$$

عند القذف بزاوية ٣٠° :

$$X_2 = \frac{V_i \cos 30 \times 2V_i \sin 30}{g}$$

بقسمة X_1 على X_2 :

$$\frac{X_1}{X_2} = \frac{\cos 60 \times \sin 30}{\cos 30 \times \sin 30} = \frac{1}{1}$$

واكبر مدى أفقى عند القذف بزاوية ٤٥° لان اكبر زاوية هى : cos45 × sin45

****

علل المدى الأفقي لجسم مقذوف بزاوية ٣٠° هو نفسه المدى الأفقي لجسم مقذوف بزاوية ٦٠° عند قذفهما بنفس السرعة.

لان المدى الأفقي لمقذوفين يتساوى إذا كان مجموع زاوية ميل الأول والثاني يساوى ٩٠° .

****

م	متى يحدث الآتي ؟	الإجابة
١	يصل الجسم المقذوف الى أقصى مدى أفقي له	عند قذفه بزاوية ٤٥° .
٢	يتساوى المدى الأفقي لجسم مقذوف ؟	عند قذفه بزاويتين مجموعهما ٩٠°

الفصل الثالث

القـوة والحركـة

قوانين نيوتن الثلاثة للحركة

قانون نيوتن الأول للحركة :

يظل الجسم على حالته من سكون أو حركة منتظمة فى خط مستقيم ما لم تؤثر عليه قوة محصلة تغير من حالته.

الصيغة الرياضية :

$\sum F = 0$ (الرمز $\sum$ يسمى سيجما وترمز الى محصلة القوى ، F ترمز الى القوة)

أى انه :

❶ إذا أثر على الجسم أكثر من قوة ولكن يلغى تأثير بعضها بعض عندئذ يقال أن محصلة القوة المحصلة تساوى صفر .
❷ عندما تكون القوة المؤثرة على الجسم تساوى صفراً فان العجلة تساوى صفراً فلا تتغير سرعة الجسم سواء كان ساكناً أو متحركاً .
❸ نحتاج قوة لتحريك الأجسام الساكنة أو إيقاف الأجسام المتحركة ولكننا لا نحتاج قوة لجعلها تستمر فى حركتها بسرعة ثابتة .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	عدم تحرك جسم رغم تأثره بعدة قوى .	لأنه يقع تحت تأثير قوى متزنة (متساوية فى المقدار ومتضادة فى الاتجاه)
٢	السكون ليس هو المظهر الوحيد للجسم المتزن.	لان الجسم المتزن قد يكون متحركاً ومحصلة القوى المؤثرة عليه تساوى صفر .

القصور الذاتى



(١) هو ميل الجسم الساكن الى البقاء فى حالة السكون وميل الجسم المتحرك للاستمرار فى الحركة بسرعته الأصلية فى خط مستقيم .
(٢) هو خاصية مقاومة الأجسام لتغيير حالتها من السكون أو الحركة .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	يسمى القانون الأول لنيوتن بقانون القصور الذاتى .	لان الجسم يكون قاصراً عن تغيير حالته من السكون أو الحركة بنفسه .
٢	تتناقص سرعة الجسم عندما يتحرك فى خط مستقيم	لأنه يقع تحت تأثير قوى متزنة (متساوية فى المقدار ومتضادة فى الاتجاه).
٣	لا تحتاج صواريخ الفضاء عقب خروجها من الجاذبية الأرضية الى استهلاك وقود لكى تتحرك	لان القصور الذاتى يحافظ على حركتها بسرعة منتظمة وفى خط مستقيم .
٤	يندفع ركاب السارة للخلف عند تحريكها للأمام فجأة .	لان الجزء العلوى من الجسم يحاول بخاصية القصور الذاتى الاحتفاظ بحالة السكون التى كان عليها فيندفع للخلف عند تحرك السيارة فجأة .

م		
٥	**يندفع ركاب السارة الى الأمام عند توقف السيارة فجأة .**	لان الجزء العلوى من الجسم يحاول بخاصية القصور الذاتى الاحتفاظ بحالة الحركة التى كان عليها فيندفع للأمام عند توقف السيارة فجأة .
٦	**يجب ارتداء حزام الأمان أثناء قيادة السيارة.**	لتقليل اندفاع الجسم للأمام أثناء التصادم فجأة نتيجة تأثره بالقصور الذاتى مما يقلل من نسبة الإصابات .
٧	**تستمر المروحة فى الدوران بعد انقطاع التيار الكهربى عنها.**	بسبب خاصية القصور الذاتى حيث تحاول المروحة الاحتفاظ بحركتها. أى حالتها الموجودة عليها .
٨	**سقوط قطعة نقود فى الكوب عند سحب لوح الورق من تحتها بسرعة .**	بسبب خاصية القصور الذاتى حيث تحاول قطعة النقود الاحتفاظ بحالة السكون التى كانت عليها .

كمية التحرك (P)

تعريفها : هى حاصل ضرب كتلة الجسم فى سرعته .

قانونها : كمية التحرك = الكتلة × السرعة $P = m\,v$

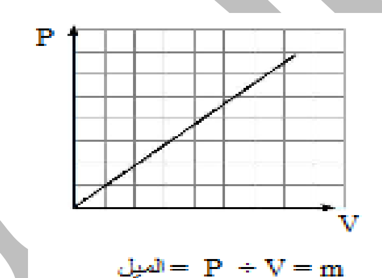
وحدة قياسها : kg . m/s

العوامل التى تتوقف عليها: **(١) سرعة الجسم :** تتناسب كمية التحرك طردياً مع سرعة الجسم عند ثبوت الكتلة

(٢) كتلة الجسم : تتناسب كمية التحرك طردياً مع كتلة الجسم عند ثبوت السرعة .

P , m

الميل = P ÷ m = V



الميل = P ÷ V = m

ما معنى قولنا أن كمية التحرك لجسم 40kg.m/s

أى أن حاصل ضرب كتلة الجسم فى سرعته = 40 kg . m/ s

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	**كمية التحرك كمية متجهة**	لأنها حاصل ضرب كمية قياسية (الكتلة) × كمية متجهة (السرعة)
٢	**كمية التحرك لرجل يجرى أكبر من كمية التحرك لقطار ساكن .**	لان كمية التحرك لجسم هى حاصل ضرب كتلة الجسم فى سرعته وحيث أن سرعة القطار و هو ساكن تساوى صفر فتكون كميه تحركه تساوى صفر
٣	**يسهل تحريك جسم كتلته صغيرة بينما يصعب تحريك جسم كتلته كبيرة.**	لان الكتل الصغيرة يكون قصورها الذاتى صغير بينما الكتل الكبيرة يكون قصورها الذاتى كبير .
٤	**يصعب إيقاف جسم كتلته كبيرة بينما يسهل إيقاف جسم كتلته صغيرة .**	لان القصور الذاتى يزداد بزيادة الكتلة . أو لان القصور الذاتى يتناسب طردياً مع الكتلة .

قانون نيوتن الثانى للحركة :

القوة المحصلة المؤثرة على جسم تساوى المعدل الزمني للتغير فى كمية تحرك هذا الجسم .

أو

إذا أثرت قوة محصلة على جسم أكسبته عجلة تتناسب طردياً مع القوة المؤثرة على الجسم وعكسياً مع كتلته .

استنتاج الصيغة الرياضية :

(١) من قانون نيوتن الثانى : $F=\dfrac{\Delta P}{\Delta t}=\dfrac{\Delta mV}{\Delta t}=\dfrac{mV_f-mV_i}{\Delta t}=m\dfrac{V_f-V_i}{\Delta t}=m\dfrac{\Delta V}{\Delta t}$

(٢) وبما أن $a=\dfrac{\Delta V}{\Delta t}$

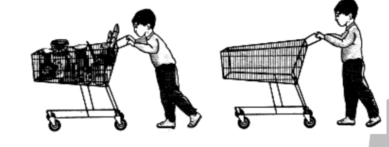
(٣) إذا ($F=m\,a$) لذا فإن $a=\dfrac{F}{m}$

(١) ما معنى أن العجلة تتناسب طرديا مع القوة ؟



- أى انه القوة الأكبر ينتج عنها عجلة أكبر والقوة الأقل ينتج عنها عجلة اقل .
- أى انه إذا أثرت قوتان مختلفتان على كتلتين متساويتين فان القوة الأكبر تحرك الجسم بعجلة أكبر .

(٢) ما معنى أن العجلة تتناسب عكسيا مع الكتلة ؟.





- أى أن الكتلة الأقل تكتسب عجلة أكبر والكتلة الأكبر تكتسب عجلة أقل .



- أى انه إذا أثرت قوة ثابتة على كتلتين مختلفتين فان الكتلة الأكبر تتحرك بعجلة أقل .

ملاحظات هامة

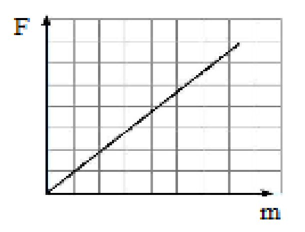
(١) إذا نقصت كتلة الجسم الى النصف وزادت العجلة الى الضعف فان القوة المحركة تظل كما هى .

(٢) إذا نقصت كتلة الجسم الى النصف وزادت القوة المحركة الى الضعف فإن عجلة الحركة تزداد إلى أربعة أمثالها .

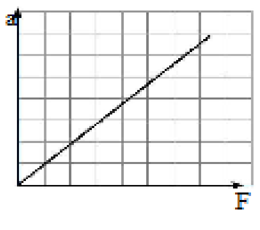
(٣) عند وجود قوة إحتكاك بين سطح وجسم يتحرك نتيجة تأثير قوة عليه فان $F_{محركة}=F_{مؤثرة}-F_{احتكاك}$.

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	القوة كمية متجهة	لأنها حاصل ضرب كمية قياسية (الكتلة) × كمية متجهة (العجلة)
٢	تزداد العجلة التى يتحرك بها جسم بزيادة القوة المؤثرة عليه .	لان القوة تتناسب طردياً مع العجلة التى يتحرك بها الجسم عند ثبوت الكتلة .

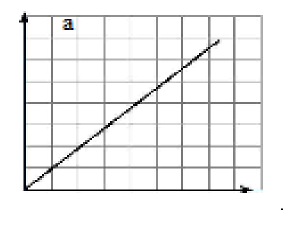
العلاقات البيانية

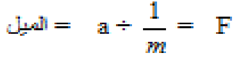


الميل = F ÷ m = a



الميل = a ÷ F = $\frac{1}{m}$





القــوة

— **تعريفها** : هى مؤثر خارجي يؤثر على الجسم فيسبب تغييراً فى حالته أو اتجاهه أو كلاهما.

— **كمية متجهة** : لانها حاصل ضرب كمية قياسية (الكتلة) فى كمية متجهة (العجلة)

— **جهاز قياسها** : الميزان الزنبركى

— **وحدة قياسها** : تقاس فى النظام الدولى بوحدة تسمى النيوتن (N) وهو يعادل $kg.m/s^2$ أى أن ($1N = kg.m/s^2$) .

— **معادلة أبعادها** : MLT^{-2}

— **تعريف النيوتن** : هو مقدار القوة التى إذا أثرت على جسم كتلته 1 kg تكسبه عجلة مقدارها $1\ m/s^2$.

— **العوامل التى تتوقف عليها:**

(١) كتلة الجسم: تتناسب القوة المؤثرة على جسم طردياً مع كتلة الجسم عند ثبوت العجلة .

(٢) العجلة التى يتحرك بها الجسم: تتناسب القوة المؤثرة على جسم طردياً مع العجلة التى يتحرك بها الجسم عند ثبوت الكتلة .

س **ما معنى قولنا أن القوة المؤثرة على جسم = 20 N**

أى أن حاصل ضرب كتلة الجسم فى عجلة تحركه = 20 N

علل **لا تقاس القوة بالميزان ذو الكفتين**

لان الميزان ذو الكفتين يقارن بين كتلتين لان العجلة ثابتة .

تطبيقات حياتية

— **تبعاً لقانون نيوتن الثانى** $F = m\frac{\Delta V}{\Delta t}$ **فإن القوة المؤثرة على الجسم :**

- **تزداد :** بزيادة كتلة الجسم والتغير فى سرعته .
- **تقل :** بزيادة زمن التأثير (زمن التغير فى كمية التحرك) .

— **من ذلك يمكن تفسير بعض الظواهر الحياتية مثل :**

١) اصطدام سيارة بحائط يكون أكثر تدميراً من اصطدامها بكومة من القش .

٢) سقوط شخص من مكان مرتفع فى الماء يكون أقل إصابة من سقوطه على الأرض وتزداد حدة الإصابة بزيادة الارتفاع الذى يسقط منه الشخص .

٣) سقوط بيضة على وسادة لا يجعلها تنكسر بينما تنكسر عند سقوطها على الأرض

٤) اصطدام شاحنة كبيرة بحائط يكون أكثر تدميراً من اصطدام شاحنة صغيرة .

٥) استخدام الوسائد الهوائية فى السيارات لحماية السائق عند حدوث تصادم .

وفى ضوء مما سبق فعند زيادة الفترة الزمنية للتغير فى كمية التحرك يقل قوة التصادم (والعكس صحيح)

أمثلة محلولة

(١) أثرت قوة على جسم كتلته 3 kg ، فتحرك من السكون حتى وصلت سرعته الى 30 m/s ، بعد أن قطع مسافة 10 m احسب القوة المؤثرة.





$m = 3$
$V_i = 0$
$V_f = 30$
$d = 10$
$F = ?$

$$V_f^{\ 2} = V_i^{\ 2} + 2ad$$
$$(30)^2 = 0 + (2 \times a \times 10) = 20a$$
$$a = 900 \div 20 = 45 m/s$$
$$F = ma = 3 \times 45 = 135N$$

****

(٢) أثرت قوة مقدارها 30 N على جسم كتلته 2 kg ، فتحرك بعجلة مقدارها 5 m/s² ، أحسب قوى الاحتكاك بين الجسم والسطح .

الحل

$F = 30$
$m = 2$
$a = 5$
$F_{احتكاك} = ?$

$$F_{محركة} = ma = 2 \times 5 = 10N$$
$$F_{احتكاك} = F_{مؤثرة} - F_{محركة}$$
$$F_{احتكاك} = 30 - 10 = 20N$$

****

(٣) تؤثر قوة مقدارها 30 N على مكعب خشبي فتكسبه عجلة معلومة ، وعندما تؤثر القوة نفسها على مكعب أخر تكسبه عجلة أكبر بثلاثة أمثال ، أحسب النسبة بين كتلة المكعب الأول الى كتلة المكعب الثانى .

الحل

$F = 30$
$a_2 = 3a_1$

$$F = m_1 a_1 , F = m_2 a_2$$
$$m_1 a_1 = m_2 a_2 = m_2 (3a_1)$$
$$m_1 = 3m_2$$
$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{3}{1}$$

****

الـكـتـلـة و الـوزن

وجه المقارنة	الكتلة	الوزن
التعريف	هى مقدار ممانعة الجسم لأى تغيير فى حالته الحركية الانتقالية .	هو قوة جذب الأرض للجسم .
نوعها	كمية قياسية	كمية متجهة
اتجاهها	ليس لها اتجاه	نحو مركز الأرض
العلاقة المعبرة عنها	$m = \frac{F}{a}$	W = m g
وحدة القياس	الكيلوجرام (kg)	النيوتن (N)
التأثر بالمكان	لا تتغير بتغير المكان (ثابتة)	يتغير من مكان لأخر .

م	ما معنى أن	الإجابة
١	**كتلة جسم = 20 kg ؟**	أى أن مقدار ممانعة الجسم لأى تغيير فى حالته الحركية الانتقالية = 20 kg
٢	**وزن جسم = 200 N ؟**	أى أن قوة جذب الأرض للجسم = 200 N .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	لا يمكن ملاحظة حركة الأرض نحو الأجسام التى تتحرك نحوها	لان كتلة الأرض كبيرة جداً لذلك تكون العجلة التى تكتسبها صغيرة جداُ
٢	يفضل استيراد البضائع من الخارج بالكتلة وليس بالوزن .	لان الكتلة ثابتة لا تتغير بتغير المكان بينما الوزن يتغير بتغير المكان .
٣	وزن الجسم دائما أكبر من كتلته .	لان الوزن = الكتلة × عجلة الجاذبية ، وعجلة الجاذبية أكبر من الواحد الصحيح .
٤	الكتلة كمية قياسية والوزن كمية متجهة .	لان الكتلة تعرف تعريفاً تاماً بمعرفة المقدار فقط ، بينما الوزن حاصل ضرب كمية قياسية (الكتلة) × كمية متجهة (العجلة) .
٥	يختلف وزن الجسم من موضع لأخر على سطح الأرض .	لان عجلة الجاذبية الأرضية تختلف من مكان لأخر على سطح الأرض .
٦	وزن جسم عند القطبين أكبر من وزنه عند خط الاستواء .	نظراً لتفلطح الأرض عند القطبين وبالتالى قرب القطبين لمركز الأرض عند خط الاستواء فان عجلة الجاذبية عند القطبين أكبر منها عند خط الاستواء وبالتالى يزداد الوزن عند القطبين عنه عند خط الاستواء.
٧	وزن جسم على قمة جبل أقل من وزنه على سطح الأرض.	لان عجلة الجاذبية الأرضية تقل بالارتفاع لأعلى .
٨	عدم تأثر وزن الشخص داخل السيارة بالعجلة التى تتحرك بها السيارة	لان الوزن = كتلة الجسم × عجلة الجاذبية والوزن يتوقف على عجلة الجاذبية وليس العجلة الخطية .
٩	اختلاف كتلة الجسم عن وزنه	لان الكتلة هى مقدار ممانعة الجسم لأى تغيير فى حالته الحركية الانتقالية بينما الوزن هو قوة جذب الأرض للجسم .

أمثلة محلولة

(١) ما القوة التى تؤثر على شخص كتلته 80 kg عندما يكون فى سيارة تتحرك بعجلة $2\ m/s^2$ علماً بان عجلة الجاذبية الأرضية $9.8\ m/s^2$.

الحل

$$w = m\,g = 80 \times 9.8 = 784\ N$$

(٢) يتولى ونش المرور سحب سيارة بقوة 3000 N ليكسبها عجلة $3\ m/s^2$ فإذا كانت عجلة الجاذبية $9.8\ m/s^2$ فاوجد كتلة ووزن السيارة .

الحل

$$m = F \div a = 3000 \div 3 = 1000\ kg$$
$$w = m\,g = 1000 \times 9.8 = 9800\ N$$

****

قانون نيوتن الثالث للحركة :

عندما يؤثر جسم ما على جسم اخر بقوة فان الجسم الثانى يؤثر على الجسم الأول بقوة مساوية لها فى المقدار ومضادة لها فى الاتجاه .أو : لكل فعل رد فعل مساو له فى المقدار ومضاد له فى الاتجاه .

الصيغة الرياضية :

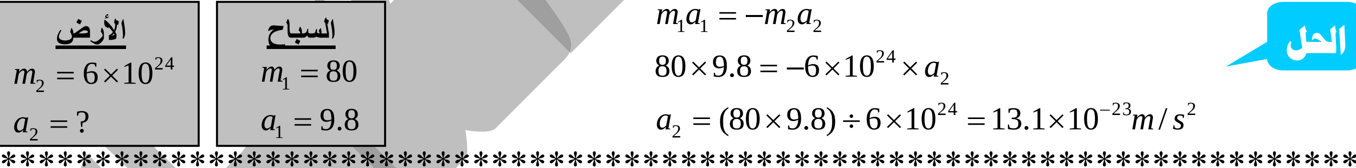
- إذا كان الجسمان فى حالة سكون فإن : $F_1 = -F_2$
- إذا كان الجسمان فى حالة حركة فإن : $m_1a_1 = -m_2a_2$

والإشارة السالبة تعنى أن القوتين فى اتجاهين متضادين .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	بالرغم من تساوى قوتا الفعل ورد الفعل الا أنهما لا يحدثان اتزان .	لأنهما يؤثران على جسمين وليس على جسم واحد .
٢	يجب على الجندي تثبيت البندقية تماماً على كتفه أثناء إطلاق النار .	لأنه عند خروج الطلقة للأمام بقوة كبيرة تندفع البندقية للخلف بنفس القوة(قوة فعل ورد فعل) فإذا لم تكن البندقية مثبتة تماماً تؤدى الى كسر كتف الجندي . أو : لكى يقل من ارتداد البندقية الى الخلف كرد فعل عليها عند خروج القذيفة منها للأمام
٣	ينفذ المسمار داخل الخشب عند الطرق عليه	لان قوة فعل المطرقة على المسمار أكبر من قوة رد فعل الخشب على المسمار .
٤	لا توجد فى الكون قوة مفردة .	لان طبقاً لقانون نيوتن الثالث عند وجود قوة فعل فإنها تلقائياً تولد قوة رد فعل مساوية لها مقداراً و مضادة لها فى الاتجاه .
٥	تعتمد فكرة عمل الصاروخ على قانون نيوتن الثالث .	لأنه تندفع كتلة ضخمة من الغازات المشتعلة الى أسفل الصاروخ فيكون رد فعل الصاروخ الاندفاع لأعلى .

أمثلة محلولة

(١) قفز سباح فى احد حمامات السباحة فما العجلة التى تتحرك بها الأرض نحو السباح علماً بان كتلة الارض 6×10^{24}kg وعجلة الجاذبية $9.8\ m/s^2$ وكتلة هذا السباح 80 kg ؟



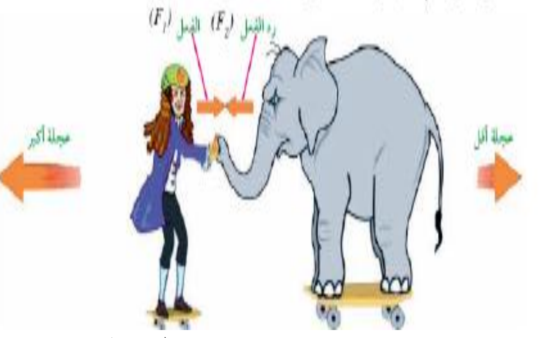
السباح	الأرض
$m_1 = 80$	$m_2 = 6\times10^{24}$
$a_1 = 9.8$	$a_2 = ?$

الحل

$$m_1a_1 = -m_2a_2$$
$$80\times9.8 = -6\times10^{24}\times a_2$$
$$a_2 = (80\times9.8)\div6\times10^{24} = 13.1\times10^{-23} m/s^2$$

****

(٢) لاحظ الشكل المقابل ، ثم اجب عن الأسئلة التالية
(أ) ما العلاقة بين القوة المؤثرة على الفيل والقوة المؤثرة على الشخص ؟(ب) لماذا تكون قوة الفعل على الفيل ورد الفعل على الشخص قوتين غير متزنتي(جـ) إذا كانت كتلة الفيل تساوى 6 مرات قدر كتلة الرجل ، فأحسب العجلة التى يتحرك بها الفيل إذا تحرك الرجل بعجلة 2 m/s² ؟ لماذا تكون عجلة الفيل سالبة ؟



الحل

(أ) القوة المؤثرة على الفيل = — القوة المؤثرة على الشخص ($F_1 = -F_2$) .

(ب) لكى يحدث الاتزان بين قوتين يشترط أن تكونا متساويتين فى المقدار ومتضادتين فى الاتجاه ، وخط عملهما واحد ، وتؤثران على نفس الجسم ، وتنطبق جميع هذه الشروط على قوى الفعل ورد الفعل ، فيما عدا الشرط الأخير ، حيث أن الفعل يؤثر على جسم (الفيل) ورد الفعل يؤثر على جسم أخر (الشخص) .

(جـ) حساب العجلة التى يتحرك بها الفيل : ($F_1 = -F_2$) .

$$m_1a_1 = -m_2a_2 \Rightarrow \frac{-a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1} \Rightarrow m_1 = 6m_2 \Rightarrow \frac{-a_1}{2} = \frac{1}{6} \Rightarrow a_1 = -\frac{1}{3} m/s^2$$

تدل الإشارة السالبة على أن الفيل يتحرك فى عكس اتجاه حركة الشخص .



س ١ : اكتب المصطلح العلمى لكل من :

١. الجسم الذى لا يتغير موضعه بالنسبة لنقطة ثابتة بمرور الزمن .
٢. الجسم الذى يغير موضعه بالنسبة لنقطة ثابتة بمرور الزمن .
٣. تغير موضع الجسم بالنسبة لجسم أخر بمرور الزمن .
٤. حركة تتميز بوجود نقطة بداية ونقطة نهاية .
٥. حركة تكرر نفسها على فترات زمنية متساوية .
٦. المسافة التى يقطعها الجسم فى وحدة الزمن وتعتبر من الكميات القياسية .
٧. الإزاحة التى يقطعها الجسم فى وحدة الزمن وتعتبر من الكميات المتجهة .
٨. السرعة التى يقطع فيها الجسم إزاحات متساوية فى أزمنة متساوية .
٩. السرعة التى يقطع فيها الجسم إزاحات متساوية فى أزمنة غير متساوية.
١٠. سرعة الجسم عند لحظة معينة .
١١. ميل مماس المنحنى عند لحظة معينة للعلاقة بين (الإزاحة – الزمن) لجسم يتحرك بسرعة غير منتظمة .
١٢. الإزاحة من نقطة البداية الى نقطة النهاية مقسومة على الزمن الكلى .
١٣. النسبة بين الإزاحة الكلية الى الزمن الكلى .
١٤. التغير فى سرعة الجسم خلال وحدة الزمن .
١٥. المعدل الزمني للتغير فى السرعة .
١٦. الحركة التى يحدث فيها تغير للسرعة بمرور الزمن .
١٧. العجلة التى يتحرك بها الجسم عندما تتغير سرعته بمقادير متساوية فى أزمنة متساوية .
١٨. العجلة التى يتحرك بها الجسم عندما تتغير سرعته بمقادير غير متساوية فى أزمنة متساوية.
١٩. عجلة جسم تزداد سرعته بمرور الزمن ويكون اتجاهها فى نفس اتجاه السرعة .
٢٠. عجلة جسم تقل سرعته بمرور الزمن ويكون اتجاهها فى عكس اتجاه السرعة.
٢١. عجلة جسم يتحرك بسرعة ثابتة .
٢٢. سلسلة من الصور المتتابعة للجسم فى فترات زمنية متساوية مجمعة فى صورة واحدة .
٢٣. السرعة التى يمكن الاستدلال على قيمتها من قراءة مؤشر سرعة السيارة عند لحظة ما .
٢٤. توجد داخل السيارة لزيادة السرعة .
٢٥. توجد داخل السيارة لتقليل السرعة .
٢٦. توجد داخل السيارة لتغير اتجاه الحركة .
٢٧. العجلة التى يتحرك بها الجسم عندما تكون سرعته النهائية اكبر من سرعته الابتدائية .
٢٨. العجلة التى يتحرك بها الجسم عندما تكون سرعته النهائية اقل من سرعته الابتدائية
٢٩. العجلة التى يتحرك بها الجسم عندما يبدأ حركته من السكون .
٣٠. العجلة التى يتحرك بها الجسم عندما يتوقف عن الحركة .

س ٢ : أختر الإجابة الصحيحة مما بين الأقواس

١) 🕮معادلة أبعاد العجلة .... ($L^{-2}T^{-2} - L^{-1}T^{-2} - LT^{-2} LT^{-1}$)
٢) 🕮عندما يكون التغير فى سرعة جسم صفراً يكون ....
(عجلة حركته موجبة – عجلة حركته سالبة – عجلة حركته صفراً - الجسم ساكناً)
٣) 🕮إذا كان اتجاهي السرعة والعجلة سالبين ....
(تزداد سرعة الجسم – تتناقص سرعة الجسم – يتحرك الجسم بسرعة ثابتة – يتوقف الجسم عن الحركة)

٤) ✍الحركة التى لها نقطة بداية ونقطة نهاية .... (دورية – انتقالية – اهتزازية – ترددية)
٥) ✍كل مما يأتى يمثل حركة دورية عدا حركة .... (القطار – الأرض – الأرجوحة – بندول الساعة)
٦) ✍ميل الخط المستقيم المار بنقطة الأصل والذى يمثل العلاقة بين الإزاحة (x) على المحور الرأسي والزمن (t) على المحور الأفقي .... (سرعة منتظمة – سرعة متغيرة – عجلة متغيرة)
٧) ✍عندما يقطع الجسم إزاحات متساوية فى أزمنة متساوية فان العجلة تكون ... (موجبة – سالبة – صفرية)
٨) الحركة فى خط مستقيم حركة .... (دورية – انتقالية – اهتزازية – ترددية)
٩) من أمثلة الحركة الدورية حركة
(السيارات فى المنحنيات – الأقمار حول الكواكب – المقذوفات – كرة على مستوى مائل)
١٠) حركة فرع الشوكة الرنانة فى حالة اهتزازها تسمى حركة...... (انتقالية – متجهة – دورية – مقذوفات)
١١) المعدل الزمني للتغير فى الإزاحة هو .....
(السرعة المتوسطة – العجلة اللحظية – العجلة المتوسطة – السرعة اللحظية)
١٢) تعتبر m/s وحدة قياس ....
(الإزاحة × الزمن – السرعة × الزمن – الإزاحة لكل وحدة زمن – السرعة لكل وحدة زمن)
١٣) إذا تحركت سيارة فى خط مستقيم لقطع مسافة 300m خلال دقيقة تكون السرعة المتوسطة للسيارة......
(5–240–360–300)
١٤) المعدل الزمني للتغير فى الإزاحة عند لحظة معينة هى ....
(السرعة المتوسطة – العجلة اللحظية – العجلة المتوسطة – السرعة اللحظية)
١٥) النسبة بين الإزاحة الكلية الى الزمن الكلى هى السرعة ..... (اللحظية – المتوسطة – العددية – المتغيرة)
١٦) المعدل الزمني للتغير فى السرعة هو .... (العجلة – القوة – السرعة المتغيرة – السرعة اللحظية) .
١٧) العجلة كمية ....
– متجهة ووحدة قياسها m/s . – قياسية ووحدة قياسها m/s .
– متجهة ووحدة قياسها m/s^2 – قياسية ووحدة قياسها m/s^2
١٨) استغرقت سيارة أربع ثواني لتصل سرعتها الى تسعة أمثال سرعتها الابتدائية فان السيارة تحركت بعجلة قيمتها العددية تساوى ....سرعتها الابتدائية (نصف – ضعف – ثلاثة أمثال – أربعة أمثال)
١٩) عند حركة جسم فى خط مستقيم بعجلة = صفر فان سرعته النهائية ....سرعته الابتدائية .
(أكبر من – تساوى – أقل من)
٢٠) عندما يتحرك جسم بسرعة منتظمة فان عجلته .... (تتضاعف – تقل للنصف – تساوى صفر)
٢١) عند حركة الجسم بعجلة سالبة ....
– تتساوى السرعة اللحظية مع المتوسطة – تزيد سرعة الجسم بمرور الزمن .
– تقل سرعة الجسم بمرور الزمن – تنعدم الإزاحة .
٢٢) فى العجلة الموجبة تكون ....
– السرعة الابتدائية اكبر من السرعة النهائية – السرعة الابتدائية = السرعة النهائية
– السرعة الابتدائية اقل من السرعة النهائية – السرعة قيمة ثابتة
٢٣) عندما تبدأ سيارة حركتها من السكون فان كلاً مما يلى صحيحاً ماعدا ....
(تزداد سرعتها تدريجياً – تتحرك بعجلة تزايدية – سرعتها الابتدائية أكبر من سرعتها النهائية)
٢٤) 18km/h تساوى .... m/s (52 – 25 – 1 – 5)
٢٥) النسبة بين السرعة النهائية والسرعة الابتدائية لجسم يتحرك بعجلة تناقصية ....
(أكبر من الواحد - اقل من الواحد - تساوى الواحد)

س ٣ : ما المقصود بكل من

– الجسم الساكن . – الجسم المتحرك . – السرعة . – الحركة المعجلة .
– السرعة اللحظية . – مخطط الحركة . – الحركة . – العجلة المنتظمة .
– الحركة الانتقالية . – السرعة المتجهة . – السرعة المتغيرة . – الحركة الدورية .
– السرعة العددية . – السرعة المنتظمة . – السرعة المتوسطة . – العجلة الصفرية .
– العجلة . – العجلة الموجبة . – العجلة المتغيرة . – العجلة السالبة .

س ٤ : ما معنى قولنا أن

١ــ جسم يقطع إزاحة 30m خلال 6s.
٢ــ 📖سرعة دراجة 5m/s
٣ــالسرعة العددية لجسم 15m/s
٤ــ السرعة اللحظية لسيارة 25m/s
٥ــ السرعة المتوسطة لقطار 52m/s.
٦ــ المعدل الزمني للتغير فى سرعة سيارة $2m/s^2$.
٧ــ عجلة حركة جسم $12m/s^2$.
٨ــ ترام يتحرك بعجلة منتظمة $+60m/s^2$.
٩ــ ترام يتحرك بعجلة تزايدية $60m/s^2$.
١٠ــ ترام يتحرك بعجلة تسارع $60m/s^2$.
١١ ــ قطار يتحرك بعجلة تناقصية $30m/s^2$.
١٢ ــ قطار يتحرك بعجلة $-30m/s^2$.
١٣ ــ قطار يتحرك بعجلة تباطؤ $30m/s^2$.
١٤ ــ قطار يتحرك بعجلة تقصيرية $30m/s^2$.

س ٥ : علل لما يأتى

١. ✍قد تتساوى السرعة المتوسطة مع السرعة اللحظية .
٢. ✍إذا تحرك جسم بسرعة منتظمة فان العجلة = صفر.
٣. تعتبر حركة بندول الساعة حركة دورية بينما حركة القطار حركة انتقالية .
٤. قد تكون السرعة كمية قياسية فى بعض القياسات وقد تكون كمية متجهة فى قياسات أخرى .
٥. العجلة كمية متجهة .
٦. عندما يتحرك الجسم بعجلة فان الشكل البياني الذى يمثل العلاقة (الإزاحة ــ الزمن) لا يكون خطاً مستقيماً.
٧. يمكن حساب العجلة من الرسم البياني للعلاقة (السرعة ــ الزمن) .

س ٦ : اذكر شرطاً واحداً لكل مما يأتى :

١ــ جسم يتحرك بسرعة منتظمة .
٢ــ جسم يتحرك بعجلة منتظمة سالبة .
٣ــ جسم يتحرك بعجلة منتظمة موجبة .
٤ــ جسم يتحرك بعجلة = صفر .

س ٧ : قارن بين كل من :

١. ✍الحركة الانتقالية والحركة الدورية (من حيث : التعريف ــ الأمثلة) .
٢. ✍السرعة العددية والسرعة المتجهة (من حيث : التعريف ــ النوع) .
٣. السرعة المنتظمة والسرعة المتغيرة (من حيث : التعريف ــ التمثيل البياني).
٤. السرعة المتوسطة والسرعة اللحظية (من حيث : التعريف ــ العلاقة الرياضية).
٥. السرعة المتوسطة والسرعة العددية المتوسطة (من حيث : التعريف ــالنوع ــ العلاقة الرياضية).
٦. السرعة والعجلة (من حيث : التعريف ــ وحدة القياس ــ معادلة الأبعاد ــ العلاقة الرياضية) .
٧. العجلة المنتظمة والعجلة المتغيرة (من حيث : التعريف ــ التمثيل البياني) .
٨. ✍العجلة المنتظمة الموجبة والسالبة (من حيث : التعريف ــ الاتجاه ــ التمثيل البيانى) .
٩. الحركة والحركة المعجلة .
١٠. الحركة ومخطط الحركة .
١١- الجسم الساكن والجسم المتحرك .
١٢- حركة المقذوفات والحركة الاهتزازية .

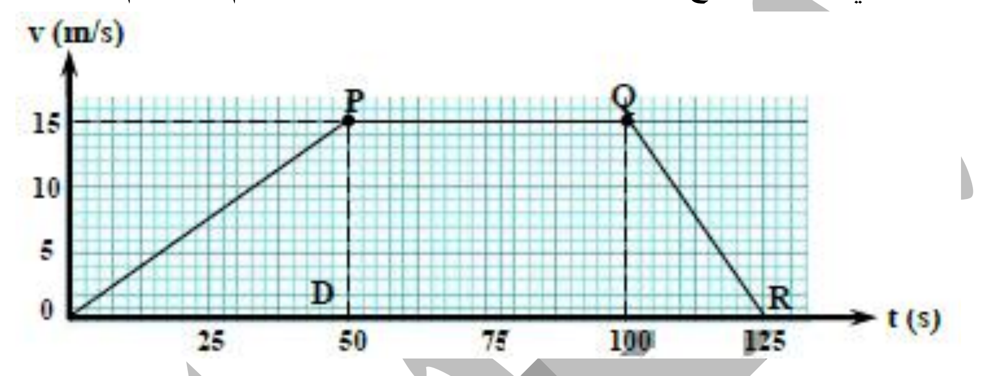
س ٨ : ارسم العلاقة البيانية التى تعبر عن :

١. جسم ساكن باستخدام علاقة (إزاحة ــ زمن) .
٢. جسم يتحرك بسرعة منتظمة باستخدام علاقة (إزاحة ــ زمن) .
٣. جسم يتحرك بسرعة متغيرة باستخدام علاقة (إزاحة ــ زمن)
٤. جسم يتحرك بعجلة منتظمة موجبة باستخدام علاقة (سرعة ــ زمن)

٥. جسم يتحرك بعجلة منتظمة سالبة باستخدام علاقة (سرعة — زمن)
٦. جسم يتحرك بعجلة غير منتظمة موجبة باستخدام علاقة (سرعة — زمن)
٧. جسم يتحرك بعجلة غير منتظمة سالبة باستخدام علاقة (سرعة — زمن)

س ٩ : أسئلة متنوعة

١. 📖إذا كانت عجلة الجسم تساوى صفراً ، فهل هذا يعنى أن سرعته تساوى صفراً ؟ أعط مثالاً .
٢. 📖جسم يتحرك بسرعة متغيرة من الشرق الى الغرب فمتى يكون اتجاه العجلة من الشرق الى الغرب والعكس
٣. 📖الشكل البياني التالى يوضح رحلة قامت بها سيارة ، لاحظ الشكل ثم اجب عم الأسئلة التالية :



(أ) ما أكبر سرعة وصلت إليها السيارة .
(ب) صف حركة السيارة فى الجزء PQ .
(جـ) صف حركة السيارة فى الجزء OR .
(د) أى من النقاط P أو Q أو R تمثل أول المرحلة التى استخدمت فيها الفرامل ؟

٤. متى تتساوى عددياً القيم التالية ؟ (السرعة المتوسطة والسرعة اللحظية — سرعة الجسم والمسافة التى يقطعها) .
٥. متى تتساوى القيم التالية مع الصفر ؟ (سرعة جسم — عجلة جسم متحرك) .
٦. تتدحرج الكرة عند دفعها ، ثم تتباطأ وتتوقف ، هل لسرعة الكرة وعجلتها الإشارة نفسها ؟ ولماذا ؟

س ١٠ : ١- مسائل كتاب المدرسة

(١) احسب السرعة المتوسطة بوحدة km/h لمتسابق قطع مسافة 4000 m خلال 30 min ، ثم احسب المسافة التى يقطعها بعد 45 min من بدء السباق بالسرعة المتوسطة نفسها . [8 km/h , 6 km]

****

(٢) مثل النتائج الموضحة فى الجدول التالى ثم اوجد من الرسم كلاً من العجلة والإزاحة بعد 12 s .

t (s)	0	6	9	12
v (m/s)	8.1	36.9	51.3	65.7

****

س ١٠ : ٢- مسائل امتحانات

(١) تتحرك سيارة على طريق مستقيم بسرعة منتظمة بحيث تعبر الكيلو 151 الساعة 8 صباحاً ثم تعبر الكيلو 316 الساعة 10 صباحاً . احسب السرعة التى تتحرك بها السيارة . [22.92 m/s]

****

(٢) قطعت سيارة 600 km فى زمن قدره 10h فكم تكون سرعتها المتوسطة ؟ وهل تختلف سرعتها اللحظية عن سرعتها المتوسطة ؟ ولماذا ؟ [16.67 m/s]

****

(٣) فى مباراة لكرة القدم وقع أبو تريكة الكرة فى احد أركان الملعب على بعد 50m من محمد صلاح وكانت أقصى سرعه له 3m/s وكان هناك عبد الشافي على بعد 35m من الكرة ويستطيع أن يجرى بسرعة 2m/s . أى اللاعبين يلحق بالكرة ؟ [محمد صلاح]

****

(٤) أيهما يتحرك بسرعة أكبر ؟ سيارة تحرك بسرعة 80km/h أم دراجة تتحرك بسرعة 8m/s ؟

****

(٥) تزداد سرعة سيارة بانتظام من 36km/h الى 108km/h خلال 20s احسب السرعة المتوسطة والعجلة .

****

(٦) تحركت سيارة فى خط مستقيم لتقطع 60m خلال الثانية الأولى ثم 80m خلال الثانية التالية ثم 100m خلال الثانية الثالثة ، احسب سرعة السيارة فى كل حالة والسرعة المتوسطة للسيارة .

****

(٧) جسم يتحرك بسرعة منتظمة 180km/h احسب المسافة التى يقطعها خلال دقيقة .

****

(٨) تتحرك سيارة من السكون لتصل سرعتها الى 90km/h خلال 10s ، احسب العجلة التى تتحرك بها السيارة .
[2.5 m/s^2]

****

(٩) تحرك جسم فى خط مستقيم بسرعة منتظمة وسجلت المسافة التى قطعها هذا الجسم فى أزمنة مختلفة كما بالجدول المقابل احسب سرعة الجسم وقيمة كل من A ,B

d (m)	4	8	12	A	20
t (s)	2	4	6	8	B

****

(١٠) أتوبيس متحرك فى خط مستقيم ، وتتغير سرعته من 6m/s الى 12m/s خلال فترة 3s ، ما مقدار العجلة ؟

****

(١١) عند تشغيل قارب ساكن وصلت سرعته الى 2.5 m/s خلال فترة زمنية مقدارها 30s اوجد مقدار العجلة التى يتحرك بها القارب ونوع العجلة مع ذكر السبب .

****

(١٢) من الشكل المقابل احسب
(أ) المسافة الكلية .
(ب) الإزاحة .
(جـ) السرعة خلال الخمس ثواني الأولى .
[20 m , 0 , 2 m/s]

d (m)
10
5
0 5 10
t(s)

****

(١٣) الجدول المقابل يوضح العلاقة بين الإزاحة والزمن لجسم متحرك ، ارسم العلاقة بين الإزاحة d على المحور الرأسي والزمن t على المحور الأفقى ومن الرسم احسب السرعة وما نوعها ؟

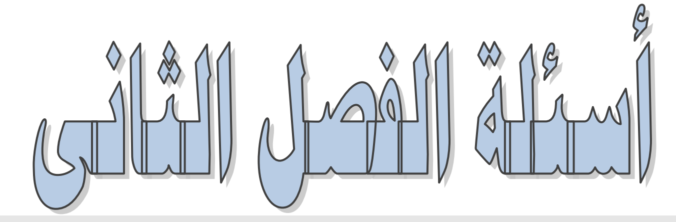
d (m)	10	20	30	40	50
t (s)	1	2	3	4	5

****

(١٤) الجدول المقابل يوضح العلاقة بين السرعة والزمن لجسم متحرك ، ارسم العلاقة بين السرعة V على المحور الرأسي و الزمن t على المحور الأفقى ومن الرسم احسب .
١- قيمة A .
٢- سرعة الجسم عند زمن قدره 5s .
٣- العجلة ، وحدد نوعها .

V (m/s)	5	10	20	30	A	40
t (s)	1	2	4	6	7	8

****



س ١ : أكتب المصطلح العلمى لكل من :

١- الأجسام ذات الكتل الكبيرة تصل الى سطح الأرض فى زمن اقل من الأجسام ذات الكتل الصغيرة .
٢- العجلة المنتظمة التى تتحرك بها الأجسام أثناء سقوطها سقوطاً حراً نحو سطح الأرض .
٣- اثبت انه مهما اختلفت كتل الأشياء فان جميعها تصل الى سطح الأرض فى وقت واحد وذلك فى حالة إهمال مقاومة الهواء .

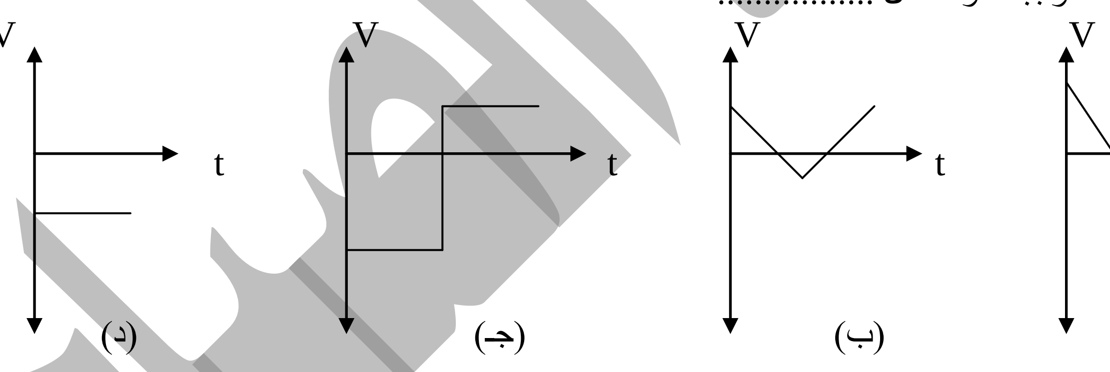
س ٢ : اختر الإجابة الصحيحة مما بين الأقواس

١- 🕮 جسمان لهما نفس الحجم فى مادتين مختلفتين يسقطان معاً سقوطاً حراً من نفس الارتفاع ، ما العبارة الصحيحة التى تصف وصولهما الى الأرض ؟

- يصل الجسم الأثقل أولا .
- يصل الجسم الأقل كتلة أولاً .
- عجلة حركة الجسم أكبر .
- يصل الجسمان معاً الى الأرض .

٢- 🕮 عند قذف جسم بسرعة ابتدائية V_i فى اتجاه يميل بزاوية ٦٠° على الاتجاه الأفقى ، فانه يصل الى مسافة أفقية R ولكي يصل الجسم الى مسافة أبعد علينا قذفه بنفس السرعة بزاوية .... (٩٠° — ٧٥° — ٤٥° — ٣٠°).

٣- 🕮 الشكل البياني الذى يمثل جسماً قذف رأسياً الى أعلى ، ثم عاد الى نقطة القذف مع اعتبار اتجاه السرعة الابتدائية اتجاهاً موجباً هو الشكل ....



٤- ✍ الوحدة m/s^2 تستخدم لقياس معدل التغير فى .... (الإزاحة — السرعة — العجلة — المسافة)

٥- ✍ إذا قذف جسم لأعلى فأي الكميات الفيزيائية تساوى صفراً عند أقصى ارتفاع .... (قوة الجاذبية الأرضية — العجلة — طاقة الوضع — السرعة).

٦- ✍ عند سقوط جسم سقوطاً حراً تتغير .... من نقطة لأخرى . (كتلته — سرعته — عجلة حركته)

٧- ✍ يصل الجسم الى أقصى مدى أفقي عند قذفه لأعلى بزاوية .... (٩٠° — ٧٥° — ٤٥° — ١٠°).

٨- ✍ قذفت كرتان الى أعلى إحداهما بسرعة ابتدائية تعادل ضعف السرعة الابتدائية للكرة الأخرى فان الكرة المقذوفة بسرعة اكبر تصل الى ارتفاع .... (ضعف الأخرى — أربع أمثال الأخرى — $\sqrt{2}$ من الأخرى)

٩- ✍ إذا قذف جسم بزاوية تصنع مع الأفقى ٧٠° وقذف جسم أخر بزاوية ٢٠° يكون المدى الأفقى للجسم............ (الأول < من الثانى / الأول = الثانى / الأول > الثانى)

١٠- فى السقوط الحر بتضاعف كتلة الجسم ...... (تتضاعف العجلة — تظل ثابتة — تقل العجلة للنصف).

١١- أقصى قيمة لعجلة الجاذبية الأرضية تكون عند .... (مركز الأرض — سطح الأرض — خارج مجال الجاذبية الأرضية)

١٢- زمن وصول جسم لأقصى ارتفاع ...... زمن عودته لسطح الأرض (اكبر من — يساوى — أقل من)

١٣- عند قذف جسم راسياً الى أعلى فانه يتحرك بعجلة .... (صفرية — تزايدية — تناقصية)

١٤- الكمية التى لا تتغير قيمتها أثناء السقوط الحر .... (السرعة – العجلة – الإزاحة).

١٥- عندما يسقط جسم سقوطاً حراً فان................

(الجسم يبدأ حركته بسرعة صغيرة – تزداد سرعته بمعدل ثابت – سرعة تصل أقصاها لحظة اصطدامه بالأرض)

١٦- عند قذف جسم رأسياً الى أعلى ، فانه يتحرك بعجلة ......(منتظمة موجبة – منتظمة سالبة – تساوى صفر)

١٧- جسمان كتلة كلاً منهما 2 kg , 4 kg تركا ليسقطا سقوطاً حراً نحو الأرض فإذا كانت العجلة التى يسقط بها الأول 10 m/s² تكون العجلة التى يسقط بها الجسم الثانى .... (20 m/s² – 10 m/s² – 5 m/s²)

١٨- بدأ راكب دراجة حركته من السكون بعجلة منتظمة 1.5 m/s² فوصلت سرعته الى 7.5 m/s خلال مسافة قدرها .... (1875 m – 187.5 m – 18.75 m – 11.25 m)

١٩- عندما يبدأ جسم حركته من السكون ويتحرك بعجلة منتظمة تكون سرعته النهائية V_f تساوى ....

(V_i - at) / (a t) / (½ at² - d t)

٢٠- يتحرك جسم من السكون بعجلة منتظمة 2 m/s² ليقطع مسافة 100 m فى زمن قدره s ..... (20 – 10 – 5 – 2.5)

٢١- إذا بدأ جسم حركته من السكون واستغرق زمن (t) يساوى عددياً قيمة عجلته (a) ليصل لسرعة 16 m/s فان قيمة عجله تحركه m/s² .... (16 – 8 – 4 – 2)

٢٢- ميل الخط المستقيم للعلاقة البيانية (الإزاحة – مربع السرعة) لجسم بدا حركته من السكون يساوى .... (2a – a/2 –V² – V/2)

٢٣- عند قذف جسم رأسياً الى أعلى ، فان زمن الصعود لأعلى يكون ....من الهبوط الى أسفل (ضعف – أكبر من – مساوي – اصغر من)

٢٤- عند قذف جسم رأسياً الى أعلى فان .... ($V_i = V_f$ / $V_i = 0$ / $V_f = 0$ / $V_f + V_i = 0$)

٢٥- عندما يسقط جسم سقوطاً حراً تحت تأثير الجاذبية فانه يتحرك .... (بسرعة منتظمة – بعجلة سالبة – بعجلة ثابتة 9.8m/s² – بعجلة تساوى صفر)

٢٦- جسم يسقط جسم سقوطاً حراً تحت تأثير الجاذبية فان المسافة المقطوعة تتناسب . ... (طردياً مع الزمن – عكسياً مع الزمن – طردياً مع ضعف الزمن – طردياً مع مربع الزمن)

٢٧- جسم يسقط سقوطاً حراً فتكون سرعته بعد ثانيتين m/s ....(g = 9.8m/s²) .(4 – 4.9 – 19.6 – 25)

٢٨- ميل الخط المستقيم للعلاقة البيانية (المسافة – مربع الزمن) لجسم يسقط سقوطاً حراً يساوى .... عجلة السقوط الحر (ضعف – جذر – نصف – ربع)

٢٩- تتساوى قيمة المسافة الأفقية التى يقطعها مقذوفين متماثلين بنفس السرعة عندما تكون زوايا قذفهما . (٤٠°، ٥٠°/ ٦٠°، ٨٠°/ ٨٠°،٣٠°)

٣٠- جسمان يسقطان نحو الأرض سقوطاً حراً ، كتلة الأول ضعف كتلة الثانى ، فان النسبة بين $a_1 : a_2 =$ (1: 2 / 2 : 3 / 1 : 1 / 2 : 1)

س ٣ : متى تساوى القيم الآتية صفرا

١– السرعة الابتدائية لجسم .

٢– السرعة النهائية لجسم.

٣– سرعة جسم مقذوف لأعلى.

٤– السرعة الأفقية لجسم مقذوف (لحظة بدء الحركة)

٥– المدى الأفقى لجسم مقذوف لأعلى .

س ٤ : علل لما يأتى

١- عند سقوط جسم من سكون سقوطاً حراً تزداد سرعته .

٢- تقل سرعة الجسم المقذوف راسياً الى أعلى حتى تصل الى الصفر .

٣- المدى الأفقى لجسم مقذوف بزاوية ٣٠° هو نفس المدى الأفقى لجسم مقذوف بزاوية ٦٠° عند قذفهما بنفس السرعة .

٤- عندما يقذف جسم رأسياً الى أعلى فانه يصل لأقصى ارتفاع له ثم يرتد ليصل الى نقطة القذف بنفس السعة التى قذف بها .
٥- تختلف قيمة الجاذبية اختلافاً طفيفاً من مكان لأخر على سطح الأرض .
٦- عجلة جسم يقذف لأعلى عند أقصى ارتفاع لا تساوى الصفر .
٧- قد تكون عجلة السقوط الحر موجبة وقد تكون سالبة .

س ٥ : متى يتساوى كل من

١- السرعة الابتدائية والنهائية لجسم .
٢- السرعة النهائية لجسم بدأ حركته من السكون مع عجلة تحركه .
٣- السرعة النهائية لجسم بدأ حركته من السكون مع زمن حركته .
٤- السرعة الأفقية والراسية لمقذوف .
٥- ✍المدى الأفقى لجسمين مقذوفين بزاويتين مختلفتين وسرعة واحدة .

س ٦ : اثبت أن

$V_f = V_i + at$ (١)
$d = V_i\, t + ½\, a\, t^2$ (٢)
$V_f{}^2 + V_i{}^2 = 2\, a\, d$ (٣)

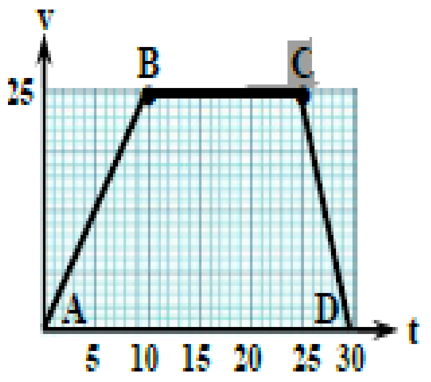
س ٧ : ماذا يحدث فى الحالات الآتية

١- ✍إذا ضغط سائق على فرامل سيارة متحركة (بالنسبة لقيمة العجلة والسرعة النهائية).
٢- ✍قذف جسم رأسياً الى أعلى (بالنسبة لسرعته) .
٣- سقوط جسم من برج نحو الأرض .
٤- سقوط جسمين مختلفين فى الكتلة فى نفس اللحظة ومن نفس الارتفاع (مع إهمال مقاومة الهواء) .

س ٨ : أسئلة متنوعة

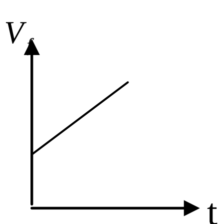
١-📖 تحركت سيارة فى خط مستقيم ، وسجلت سرعتها خلال 30 ثانية ، ثم مثلت بيانياً فى الشكل المقابل . قم بالمشاركة مع زميل بتحليل الشكل البياني الذى يمثل حركة السيارة ، واستخلاص المعلومات اللازمة لإكمال الجدول التالى :

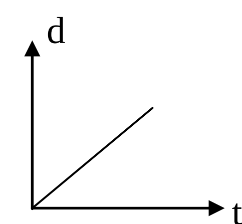
مراحل حركة السيارة	المرحلة AB	المرحلة BC	المرحلة CD
السرعة الابتدائية V_i			
السرعة النهائية V_f			
التغير فى سرعة السيارة ΔV			
زمن المرحلة t			
قيمة العجلة a			
وصف الحركة أثناء المرحلة			

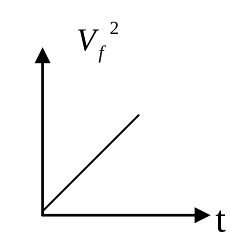


٢- 📖ما معنى قولنا أن عجلة السقوط الحر = 9.8 m/s² .
٣- اكتب ما تؤول إليه معادلات الحركة بفرض أن الجسم (بدأ حركته من السكون — توقف عن الحركة)
٤- استنتج المعادلة الثانية من معادلات الحركة بيانياً .

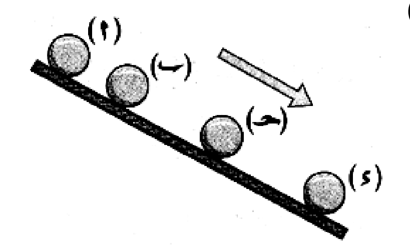
٥- أكتب العلاقة الرياضية وما يساويه الميل لكل من الأشكال البيانية التالية :







٦- يبين الشكل كرة تنزلق على سطح أملس بعجلة ثابتة ، وتبين النقاط (ا)، (ب) ، (جـ) ، (د) موقع الجسم كل 0.5 s



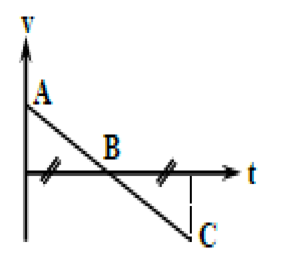
اعتماداً على الشكل اجب عما يأتي

(أ) كيف تستدل من الشكل على أن سرعة الكرة تزداد ؟

(ب) لماذا تزداد السرعة ؟

(جـ) احسب عجلة الكرة إذا علمت أن المسافة من (أ) الى (د) تساوى 2m .

٧- من الرسم البياني المقابل



(أ) صف حالة الجسم .

(ب) ماذا تمثل كل من النقطتين A ، C ؟ وما العلاقة بينهما ؟

(جـ) ماذا تمثل النقطة B ؟

س ٩ : ١- مسائل للتدريب

(١) بدأ جسم حركته من السكون فوصلت سرعته الى 20 m/s خلال 5 s أحسب :
(أ) العجلة التى يتحرك بها الجسم . (ب) المسافة المقطوعة خلال هذه المدة .

****

(٢) دراجة سباق بدأت من السكون وبعد 10 s اكتسبت سرعة مقدارها 30 m/s أحسب :
(أ) العجلة التى تحركت بها . (ب) المسافة التى قطعتها .

****

(٣) بدأ قطار يتحرك من سكون بعجلة منتظمة لمدة 50 s حيث بلغت سرعته 25 m/s احسب
(أ) العجلة .. (ب) المسافة التى قطعها القطار .

****

(٤) بدأ جسم الحركة من سكون بعجلة $8\ m/s^2$ فقطع مسافة 400 m احسب :
(أ) السرعة النهائية . (ب) الزمن الذى استغرقته .

****

(٥) بدأت سيارة تتحرك من السكون وبعد 50 s اكتسبت سرعة قدرها 300 m/s فأوجد :
(أ) العجلة التى تحركت بها السيارة . (ب) المسافة التى قطعها

****

(٦) أراد سائق سيارة أن يتجاوز سيارة أمامه فزاد من سرعة سيارته بانتظام من 70 m/s الى 100 m/s خلال 20s
أحسب : (أ) العجلة المنتظمة للسيارة . (ب) المسافة التى قطعتها السيارة .

****

(٧) جسم يتحرك بسرعة 20 m/s بعجلة تزايدية $5\ m/s^2$ احسب :
(أ) سرعته بعد 4 s (ب) المسافة التى يقطعها الجسم خلال هذه الفترة .

****

(٨) جسم يتحرك بسرعة ابتدائية 16 m/s يلزمه زمن قدره 32 s ليتوقف تماماً عن الحركة احسب :
(أ) العجلة التى يتحرك بها ونوعها . (ب) المسافة التى يتحركها حتى يتوقف .

(٩) تسير سيارة بسرعة 20 m/s أخذت تتباطأ بانتظام حتى توقفت خلال مسافة 80 m ، اوجد مقدار العجلة ، ثم احسب الزمن الذى استغرقته عملية التوقف .

****

(١٠) قطار يتحرك بسرعة 30 m/s بعجلة تناقصية $3 m/s^2$ عند استخدام الفرامل اوجد الزمن اللازم لتوقف القطار والمسافة التى يقطعها منذ استخدام الفرامل حتى يتوقف .

****

(١١) بدأ قائد سيارة الضغط على الفرامل لحظة أن كانت سرعتها 20m/s وتمكن من إيقافها بعد 4 s احسب العجلة و المسافة التى قطعتها السيارة .

****

(١٢) مترو أنفاق يتحرك بسرعة 45 m/s فإذا كانت العجلة التى يحدثها جهاز الفرامل لإيقاف المترو $15 m/s^2$ ، احسب أقصر مسافة يمكن للمترو أن يقف خلالها وكذلك الزمن الذى استغرقته عملية التوقف .

****

(١٣) بدأ جسم حركته من السكون وتحرك بعجلة $2 m/s^2$ لمدة 10 s احسب سرعته النهائية والمسافة التى قطعها .

****

(١٤) رصاصة تتحرك فى مسار أفقى بسرعة 20 m/s صدمت هدف فغاصت مسافة قدرها 10 m حتى سكنت داخل الهدف ، احسب العجلة التى تتحرك بها الرصاصة وبين نوعها .

****

(١٥) شاهد سائق سيارة الإشارة حمراء على بعد 100 m وكانت سرعة السيارة 80 km/hr فضغط على الفرامل فتحركت السيارة بعجلة سالبة $2 m/s^2$ ، هل يتخطى السائق الإشارة ؟ احسب الزمن اللازم حتى تتوقف السيارة . [11.11s , يتخطى]

****

(١٦) تمكن قائد قطار من استخدام كابح السرعة (الفرامل) عندما كانت سرعة القطار 20 m/s وتوقف القطار بعد دقيقة من استخدام الفرامل ، احسب العجلة والمسافة المقطوعة . [$-1/3 m/s^2$, 600 m]

****

(١٧) بدأ نمر الجري عندما رأى غزالة تبعد عنه 15 m وكانت تجرى بسرعة منتظمة 2m/s إذا علمت أن النمر يجرى بعجلة منتظمة موجبة $2 m/s^2$ ، متى وعلى أى بعد يتمكن النمر من الغزالة من بدء الحركة . [5s , 25m]

****

(١٨) بدأ جسم حركته من السكون عند النقطة A عندما كانت الساعة العاشرة ، بعجلة منتظمة $2 m/s^2$ قاصداً النقطة B على بعد 500 m من النقطة A وبعد مضى 10 s تحرك جسم أخر من النقطة B قاصداً A بسرعة منظمة 10 m/s فمتى يتقابل الجسمان ؟ [20 s]

****

(١٩) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة $V_f = 4t$ ، اوجد سرعته النهائية عندما يقطع مسافة قدرها 18m . [12 m/s]

****

(٢٠) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة التالية $d = 15t + 3t^2$ ، احسب السرعة الابتدائية للجسم والعجلة التى يتحرك بها الجسم والمسافة المقطوعة خلال 4 s والزمن الذى يمضى حتى يسكن الجسم إذا تحرك بنفس العجلة .

****

(٢١) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة التالية $d = 16t - (1.5)t^2$ ، احسب السرعة الابتدائية للجسم والعجلة المنتظمة التى يتحرك بها الجسم والزمن الذى يمضى حتى يتوقف الجسم عندما يتحرك بنفس العجلة وسرعة الجسم بعد ان يقطع مسافة قدرها 4m. [16 m/s , - 3 m/s^2 , 5.33 s , 15.23 m/s]

****

(٢٢) يتحرك جسم فى خط مستقيم طبقاً للعلاقة $V_f = \sqrt{64 - 8d}$ ، احسب السرعة الابتدائية للجسم والمسافة التى يقطعها حتى يتوقف تماماً عن الحركة والسرعة بعد 5 s من بدء الحركة .

****

(٢٣) يتحرك جسم فى خط مستقيم طبقاً للعلاقة $V_f = \sqrt{81 + 5d}$ ، احسب السرعة الابتدائية للجسم والعجلة التى يتحرك بها الجسم والمسافة المقطوعة خلال 10s .

(٢٤) جسم يتحرك فى خط مستقيم طبقاً للعلاقة $V = 2\sqrt{d}$ احسب سرعة هذا الجسم بعد زمن قده 2 s من بدء الحركة

****

(٢٥) يتحرك جسم فى خط مستقيم طبقاً للعلاقة $V_f = 4\sqrt{d+25}$، أحسب العجلة التى يتحرك بها الجسم والمسافة المقطوعة خلال4s

****

(٢٦) فى تجربة لتعيين عجلة الجاذبية الأرضية باستخدام قطرات ماء تسقط سقوطاً حراً كانت المسافة بين مصدر قطرات الماء وسطح الإناء 1m وكان زمن سقوط أو ارتطام 200 قطرة متتالية هو 90 s . احسب عجلة الجاذبية الأرضية . [9.88 m/s^2]

****

(٢٧) قذف جسم رأسياً الى أعلى بسرعة ابتدائية 100 m/s حيث أن عجلة الجاذبية (g = 9.8 m/s^2) أوجد أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم والزمن الذى يستغرقه للوصول الى هذا الارتفاع .

****

(٢٨) سقط جسم سقوطاً حراً فى مجال الجاذبية الأرضية من ارتفاع 100 m فوق سطح الأرض فإذا كانت عجلة الجاذبية الأرضية (g = 9.8 m/s^2) احسب سرعة الجسم لحظة وصوله للأرض وزمن وصول الجسم للأرض .

****

(٢٩) قذف جسم رأسياً لأعلى فكان أقصى ارتفاع وصل إليه 320 m فإذا كانت عجلة السقوط الحر 10 m/s^2 اوجد السرعة التى قذف بها ، وكذلك زمن وصوله لأقصى ارتفاع .

****

(٣٠) قذف جسم رأسياً لأعلى بسرعة ابتدائية 98 m/s أحسب أقصى ارتفاع يصل إليه وزمن أقصى أرتفاع .

****

(٣١) جسم يسقط سقوطاً حراً احسب المسافة المقطوعة خلال 10 s وسرعته عندما يقطع مسافة 490 m والزمن اللازم للوصول لسرعة 196 m (g = 9.8 m/s^2) .

****

(٣٢) اسقط حجر من قمة مبنى فوصل للأرض بعد 2 s فإذا كانت (g = 9.8 m/s^2) احسب السرعة التى يصل بها للأرض وارتفاع المبنى .

****

(٣٣) سقط جسم من أعلى مبنى فوصل للأرض بعد 4 s وكانت سرعته لحظة وصوله للأرض 39.2 m/s اوجد ارتفاع المبنى وزمن وصوله للأرض (g = 9.8 m/s^2) .

****

(٣٤) ترك جسم ليسقط من ارتفاع مبنى فوصل للأرض بعد 6s احسب سرعة الجسم بعد 3s وارتفاع المبنى . (g = 9.8 m/s^2)

****

(٣٥) ترك جسم يسقط من أعلى مبنى فوصل للأرض بعد 50 s اوجد سرعته عند اصطدامه بالأرض واحسب ارتفاع المبنى (g = 9.8 m/s^2) .

****

(٣٦) قذف حجر صغير فى بئر بسرعة 2 m/s فوصل بعد 3 s احسب سرعة الحجر عند اصطدامه بقاع البئر وعمق البئر (g = 9.8 m/s^2) .

****

(٣٧) قذف جسم رأسياً لأعلى فعاد الى النقطة التى قذف منها بعد 20s من لحظة القذف احسب السرعة التى قذف بها وأقصى ارتفاع يصل إليه . (g = 9.8 m/s^2)

****

(٣٨) قذفت كرة رأسياً لأعلى من نقطة فعادت لنفس النقطة بعد 4s من لحظة القذف . احسب السرعة الابتدائية وأقصى ارتفاع تصل إليه . (g = 9.8 m/s^2)

****

(٣٩) وضع جسمان كتلتيهما 5kg , 25 kg فى مكان مرتفع يبعد عن سطح الأرض 10m ثم بدأ الجسمان فى السقوط الحر فى نفس اللحظة ، أى الجسمان يصل الى الأرض أولاً ؟ بفرض إهمال مقاومة الهواء ، ثم احسب زمن وصول كل منهما الى الأرض . [1.43 s]

****

(٤٠) قذف جسم لأعلى بسرعة 20 m/s بزاوية ميل 60^0 مع الأفقى ، أحسب سرعة الجسم الأفقية لحظة القذف وسرعة الجسم الرأسية لحظة القذف ، سرعة الجسم الرأسية بعد 1s . [10 m/s , 17.32m/s , 7.32 m/s]

****

(٤١) قام شخص بقذف حجر لأعلى بزاوية ميل 30^0 وعاد الجسم لنفس المستوى بعد 10 s فإذا علمت أن (g = 10 m/s²) ، احسب سرعة الجسم لحظة قذفه فى الاتجاه الرأسي ، وسرعة الجسم لحظة قذفه فى الاتجاه الأفقى ، وأقصى ارتفاع يصل له الجسم . [50 m/s , 86.6 m/s , 125 m]

****

(٤٢) يقوم ضابط بضبط مدفع فى مهمة تدريبية :

- ما الزاوية التى تحقق أقصى مدى أفقى للقذيفة ؟
- ما سرعة القذيفة المنطلقة إذا وصلت لارتفاع 2000m عندما تكون زاوية الميل 60^0 مع الأفقى ؟
- إذا كانت سرعة القذيفة لحظة الانطلاق هى 800 m/s فما سرعتها بعد 10 s إذا كان المدفع يميل على الرأسي بزاوية 10^0. [45^0 , 230.9 m/s , 701.7 m/s]

****

(٤٣) قذف جسم لأعلى وكانت زاوية ميله مع المحور الرأسي هى 45^0 وسرعته الأفقية هى 50 m/s احسب سرعته الراسية لحظة القذف سرعته بعد ثانيتان من لحظة القذف ، والمسافة الأفقية التى يقطعها الجسم .

****

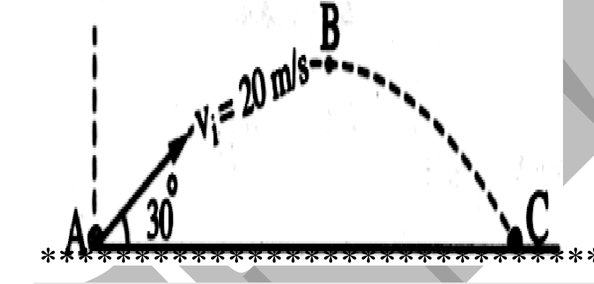
(٤٤) مدفعان متماثلان تماماً تنطلق منهما القذيفة بسرعة 900 m/s ولكن احدهما يميل بزاوية 30^0 مع الأفقى والثاني يميل بزاوية 30^0 مع الرأسي فأيهما له مدى أفقى اكبر ؟

****

(٤٥) جسم يقذف لأعلى كما بالشكل ، احسب :

- سرعة الجسم الأفقية لحظة القذف .
- سرعة الجسم الراسية عند النقطة A , B .
- زمن تحليق الجسم .
- المسافة AC .

[17.32m/s , 10m/s , 0 , 2s , 5m , 34.64 m]



****

س ٩ : -٢- مسائل الكتاب المدرسى

(١) وقف شخص أعلى مبنى مرتفع وقذف كرة بسرعة 50 m/s ، فإذا كانت عجلة السقوط الحر تساوى 10 m/s² ، احسب سرعة الكرة والإزاحة الرأسية التى تقطعها بعد مرور 4 s ، فى الحالات الآتية :

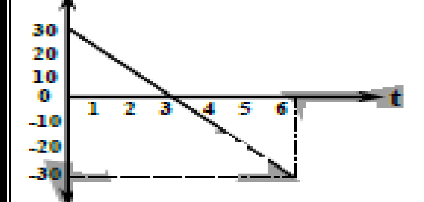
(أ) إذا قذفت الكرة لأعلى فى الاتجاه الرأسي .
(ب) إذا قذفت الكرة لأسفل فى الاتجاه الرأسي .
(جـ) إذا قذفت الكرة لأعلى بزاوية مقدارها ٦٠° مع المستوى الأفقى .
(د) إذا قذفت الكرة أفقياً (الزاوية مقدارها صفر مع المستوى الأفقى).

[10m/s , 120m , 90m/s , 280m , 25.22 m/s , 93.2m , 64.03m/s , 80m]

****

(٢) الرسم البياني المقابل يعبر عن تغير مركبة السرعة العمودية لجسم مقذوف فى مجال جاذبية الأرض إذا كانت زاوية القذف 30^0، فاحسب :

(أ) مقدار السرعة التى قذف بها الجسم .
(ب) أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم .
(جـ) المدى الأفقى للجسم . [60m/s , 45m , 311.77m]



t (s)	0	6	9	12
V (m/s)	9	37	51	65

(٣) الجدول المقابل يوضح العلاقة بين الزمن والسرعة : ارسم العلاقة البيانية بين السرعة V على المحور الرأسي والزمن t على المحور الأفقى ومن الرسم أوجد قيمة العجلة التى يتحرك بها الجسم والإزاحة بعد 12s.

[$14/3\ m/s^2$, 444 m]

****

(٤) احسب الزمن الذى تستغرقه طائرة لتتوقف تماماً عند هبوطها على مدرج المطار إذا علمت أن سرعتها عند ملامستها لأرض الممر 45 m/s ثم تبطيئها بمعدل منتظم $0.5\ m/s^2$. [90 s]

****

س ٩ : ٣- مسائل من امتحانات المدارس

(١) بدأ جسم حركته من السكون وتحرك بعجلة $3\ m/s^2$ لمدة 20 s احسب سرعته النهائية والمسافة التى قطعها .

[60 m/s , 600 m]

****

(٢) تتحرك سيارة بسرعة 30 m/s وعندما ضغط السائق على الفرامل توقفت السيارة بعد 15 s احسب :

(أ) العجلة التى تتحرك بها السيارة قبل الضغط على الفرامل .

(ب) العجلة التى تتحرك بها السيارة بعد الضغط على الفرامل .

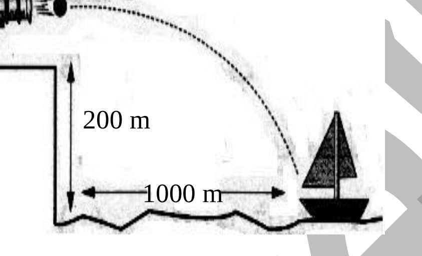
(جـ) المسافة التى تقطعها حتى تتوقف .

[0 , $-2m/s^2$, 255 m]

****

(٣) قذف جسم رأسياً الى أعلى فوصل الى ارتفاع 5 s . أحسب سرعته الابتدائية . ($g = 9.8\ m/s^2$) [49m/s]

****



(٤) **من الشكل المقابل** :

احسب السرعة التى يجب أن تنطلق بها القذيفة من فوهة المدفع لكى تصيب السفينة ($g = 10\ m/s^2$)

[158.1 m/s]

****

(٥) يتحرك جسم فى خط مستقيم طبقاً للعلاقة $V_f = \sqrt{36+6d}$ ، احسب :

- السرعة الابتدائية للجسم .
- العجلة التى يتحرك بها الجسم وما نوعها .
- المسافة المقطوعة خلال 10 s .
- الإزاحة التى يقطعها الجسم عندما تصل سرعته الى 20 m/s .
- سرعة الجسم بعد 15 s .

[6m/s , $3m/s^2$, 210m , 60.67 m , 51 m/s]

****

(٦) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة $t = \frac{1}{2}V_f - 6$ ، أحسب :

- السرعة الابتدائية للجسم .
- العجلة التى يتحرك بها الجسم .
- المسافة المقطوعة خلال 10 s .

[12m/s , $2\ m/s^2$, 220m]

****

(٧) قذف جسم لأعلى فى خط مستقيم ثم عاد الى مكان قذفه بعد 4s ، احسب :

- السرعة التى قذف بها
- أقصى ارتفاع يصل إليه ($g = 9.8\ m/s^2$)

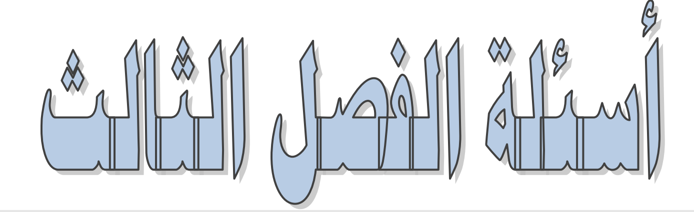
[19.6 m/s , 19,6 m]

****

t (s)	0	2	4	6
d (m)	0	10	40	90

(٨) الجدول المقابل يوضح العلاقة بين الزمن والمسافة : ارسم العلاقة البيانية بين الإزاحة d على المحور الرأسي و مربع الزمن t^2 على المحور الأفقى ومن الرسم أوجد قيمة العجلة التى يتحرك بها الجسم .

[$5\ m/s^2$]



س ١ : اكتب المصطلح العلمى

١) ميل الجسم الساكن الى البقاء فى حالة السكون وميل الجسم المتحرك للاستمرار فى الحركة بسرعته الأصلية .
٢) خاصية مقاومة الأجسام لتغيير حالتها من السكون أو الحركة .
٣) مقدار القوة التى إذا آثرت عل جسم كتلته 1 kg أكسبته عجلة مقدارها $1\ m/s^2$.
٤) مقدار ممانعة الجسم لأى تغيير فى حالته الحركية الانتقالية .
٥) لكل فعل رد فعل مساو له فى المقدار ومضاد له فى الاتجاه .
٦) مؤثر خارجي يؤثر على الجسم فيسبب تغير حالته أو اتجاهه .
٧) يظل الجسم على حالته من سكون أو حركة منتظمة فى خط مستقيم ما لم تؤثر عليه قوة محصلة تغير من حالته
٨) إذا أثرت قوة محصلة على جسم أكسبته عجلة تتناسب طردياً مع القوة المؤثرة على الجسم وعكسياً مع كتلته .
٩) قوة جذب الأرض للجسم .
١٠) عندما يؤثر جسم على جسم أخر بقوة فان الجسم الثانى يؤثر على الجسم الأول بقوة مساوية لها فى المقدار .
١١) كمية متجهة تقدر بحاصل ضرب كتلة الجسم فى سرعته .
١٢) القوة المحصلة المؤثرة على جسم تساوى المعدل الزمني للتغير فى كمية تحرك هذا الجسم .

س ٢ : اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة :

١) تسير دراجة بسرعة ثابتة فى خط مستقيم فى اتجاه الشرق ، عندما تكون القوة المحصلة على الدراجة ....
(صفرا – سالبة – موجبة – فى اتجاه الشرق)
٢) عندما يكون اتجاه العجلة عكس اتجاه السرعة ....
(تقل القوة المحصلة – تزداد سرعة الجسم – تظل سرعة الجسم ثابتة – تتناقص سرعة الجسم)
٣) عندما تكون القوة المحصلة المؤثرة على سيارة متحركة = صفراً ، ......
(تتحرك السيارة بعجلة موجبة – تتحرك السارة بعجلة سالبة – تتحرك السيارة بعجلة منتظمة – تتوقف السيارة)
٤) يتحرك الجسم بعجلة منتظمة عندما :..........
– يقطع مسافات متساوية فى أزمنة متساوية . – تتناقص سرعته بمقادير متساوية فى أزمنة متساوية .
– تزداد سرعته بمقادير متساوية فى أزمنة غير متساوية . – تكون القوة المحصلة المؤثرة على الجسم صفراً .
٥) نعبر عن قانون نيوتن الثالث بالعلاقة الرياضية .... ($F = ma$ / $\sum F = 0$ / $\sum F \neq 0$ / $F_1 = - F_2$)
٦) تبعاً للقانون الأول لنيوتن يتحرك الجسم بعجلة .... ما لم تؤثر عليه قوة خارجية .
(منتظمة – منعدمة – غير منتظمة)
٧) إذا انعدمت القوة المحصلة المؤثرة على جسم متحرك فى خط مستقيم بسرعة منتظمة فان الجسم ....
(تتوقف حركته – يتحرك بعجلة منتظمة – يظل متحركاً بسرعة منتظمة – يتحرك بسرعة غير منتظمة)
٨) وحدة قياس القوة هى النيوتن ويكافئ .... ($kg.m/s^2$ – j – m/s^2 – kg.m/s)
٩) يسمى القانون الأول لنيوتن بقانون .... (رد الفعل – بقاء الكتلة – القصور الذاتى – بقاء الطاقة)
١٠) إذا تضاعفت القوة المؤثرة على جسم مع ثبوت كتلته فان العجلة تصبح .... (4a – 2a – ½ a – ¼ a)
١١) يبقى الجسم الساكن ساكناً إذا أثرت عليه عدة قوى (كبيرة أفقية – متزنة – غير متزنة – صغيرة عمودية)
١٢) فى غياب قوة محصلة مؤثرة على جسم ساكن ....
(يتحرك الجسم بسرعة منتظمة – يتحرك الجسم بعجلة منتظمة – يظل الجسم ساكناً – يتحرك الجسم بسرعة غير منتظمة)
١٣) الصيغة الرياضية لقانون نيوتن الأول هى .... ($F = ma$ / $\sum F = 0$ / $\sum F \neq 0$ / $F_1 = - F_2$)
١٤) تقاس القوة بواسطة .... (الميزان ذو الكفتين – الأميتر – الميزان الزنبركى – المسطرة)
١٥) القانون الثالث لنيوتن يسمى قانون .... (القصور الذاتى – رد الفعل – الجذب العام – كولوم)
١٦) المحصلة المؤثرة على جسم ما تساوى ....

— كتلة الجسم × سرعته التى يتحرك بها . — كتلة الجسم × الجذر التربيعى لسرعته .
— كتلة الجسم × المعدل الزمني للتغير فى سرعته . — نصف كتلة الجسم × مربع سرعته .

١٧) تعتمد فكرة الصاروخ على قانون .... (القصور الذاتى — رد الفعل — الجذب العام — كولوم)

١٨) عند زيادة قوة الفعل للضعف فان قوة رد الفعل ......
(تقل للنصف — تزداد أربعة أمثال — تزداد للضعف — لا يحدث لها تغير)

١٩) من خصائص قوة الفعل ورد الفعل أنهما .....
(لهما نفس الطبيعة — لهما نفس الاتجاه — متعامدين — تؤثران على نفس الجسم)

٢٠) دراسة القصور الذاتى له أهمية فى ......
(تجفيف الملابس — الأرجوحة الدوارة — الوقاية من شر الحوادث — صنع غزل البنات)

٢١) إذا كانت كتلة جسم 4 kg وكتلة جسم أخر 8 kg فان القصور الذاتى للجسم الثانى ....بالقصور الذاتى للجسم الأول (ضعف — نصف — ثلاثة أمثال — لا تربط علاقة)

٢٢) يبقى الجسم ساكناً إذا أثرت عليه .... (قوة ثابتة — عدة قوى متزنة — عدة قوى غير متزنة)

٢٣) إذا زادت كتلة الجسم الى ثلاث أمثالها فان قصوره الذاتى ... (يقل الى الثلث — يزداد الى ستة أمثاله — لا يتغير)

٢٤) يتناسب القصور الذاتى لجسم تناسباً طردياً مع .... (كتلته — سرعته — إزاحته)

٢٥) يلزم لتغير حالة الجسم من حيث السكون أو الحركة وجود...... (قوة محصلة — اتزان إستاتيكى — قصور ذاتي)

٢٦) القوة كمية متجهة وحدة قياسها .... (النيوتن — الكيلوجرام — الجول)

٢٧) إذا زيدت القوة المؤثرة على جسم متحرك للضعف وأنقصت كتلته للنصف فان العجلة التى يتحرك بها الجسم ......
(تقل للنصف — تزداد للضعف — تزداد لأربع أمثالها)

٢٨) مقدار قوة جذب الأرض للجسم تسمى .... (الكتلة — الوزن — القوة)

٢٩) لو وجدت على كوكب عجلة الجاذبية على سطحه $1\ m/s^2$ عندئذ يكون وزنك يساوى .... عددياً
(كتلتك — حجمك — طولك)

٣٠) وزن الجسم كمية .... (قياسية — متجهة — أساسية)

٣١) إذا زادت القوة المؤثرة على جسم للضعف وقلت كتلته للنصف فان العجلة.........
(تظل ثابتة — تزداد للضعف — تزداد الى أربع أمثال)

٣٢) تتضاعف العجلة التى يتحرك بها جسم تحت تأثير قوة ثابتة إذا ....
(تضاعفت كتلته — ظلت كتلة ثابتة — نقصت كتلته للنصف)

٣٣) تزداد كمية تحرك جسم بزيادة .... (كتلته — سرعته — الاثنان معاً)

٣٤) كرة كتلتها 0.5 kg تتحرك بسرعة .... جسم أخر كتلته 1 kg له نفس كمية التحرك
(اقل من — تساوى — اكبر من)

س ٣ : ضع علامة (√) أو علامة (x) أمام ما يأتى :

١) إذا غابت القوة المحصلة المؤثرة على جسم متحرك فان الجسم يسكن .
٢) إذا زادت كتلة جسم الى الضعف فان قصوره الذاتى يقل للنصف .
٣) إذا أثرت قوتان على جسم ساكن ولم يتحرك فان محصلة القوى = صفر .
٤) تتوقف الكرة عن الحركة بعد فترة من دحرجتها على الأرض بسبب القصور الذاتى .
٥) الجسم الذى تكون كتلته كبيرة يكون قصوره الذاتى أقل .
٦) إذا نقصت القوة المؤثرة على جسم للنصف تزداد العجلة للضعف .
٧) إذا تضاعفت القوة المؤثرة على جسم ونقصت كتلته الى النصف فان العجلة تظل ثابتة .
٨) يزيد وزن أى جسم كلما ابتعد عن سطح الأرض .
٩) الصيغة الرياضية لقانون نيوتن الثالث $\sum F = 0$

س٤ : ما المقصود بكل من :

١- القانون الأول لنيوتن . ٢- القانون الثانى لنيوتن . ٣ - القانون الثالث لنيوتن .
٤- القوة . ٥- القصور الذاتى . ٦ - النيوتن .
٧- الكتلة . ٨- الوزن . ٩- كمية التحرك .

س٥ : علل لما يأتى :

١) تتوقف الدراجة بعد فترة من إيقاف البدال .
٢) قد تؤثر قوتان أو أكثر على جسم دون أن تغير من حالته .
٣) السكون ليس المظهر الوحيد للجسم المتزن .
٤) يسمى القانون الأول لنيوتن باسم قانون القصور الذاتى .
٥) اندفاع الركاب الى الخلف إذا تحركت السيارة الى الأمام فجأة .
٦) سقوط قطعة النقود فى الكوب عند سحب الورقة فجأة .
٧) اندفاع الركاب فى السيارة الى الأمام عند توقفها فجأة .
٨) ينفع قائد الدراجة النارية للإمام عند اصطدامها بحاجز .
٩) ضرورة ارتداء حزام الأمان فى السيارة .
١٠) لا تحتاج صواريخ الفضاء عقب خروجها من الجاذبية الأرضية الى استهلاك الوقود .
١١) استمرار دوران المروحة بعد انقطاع التيار الكهربى عنها .
١٢) يصعب توقف الشاحنات الكبيرة المتحركة فجأة .
١٣) يصعب إيقاف جسم متحرك أذا كانت كتلته كبيرة .
١٤) يصعب تحريك جسم إذا كانت كتلته كبيرة .
١٥) القوة والوزن كميتان متجهتان .
١٦) تزداد العجلة التى يتحرك بها جسم بزيادة القوة المؤثرة عليه .
١٧) وزن الجسم الى سطح الأرض اكبر من كتلته عددياً .
١٨) يختلف الوزن عن الكتلة .
١٩) قوتا الفعل ورد الفعل رغم تساوهما لا ينشأ عنهما إتزان (محصلتهما لا تساوى الصفر) .
٢٠) لا توجد فى الكون قوة مفردة .
٢١) يثبت الجندي كعب البندقية فى تجويف الكتف .
٢٢) قانون نيوتن الثالث هو أساس عمل الصاروخ .
٢٣) كمية التحرك كمية متجهة .
٢٤) كمية التحرك لجسم ساكن تسوى صفر .
٢٥) قوة رد الفعل لها نفس طبيعة قوة الفعل .

س٦ : ما معنى قولنا أن :

١ــ القوة المؤثرة على جسم = 60 N . ٢ــ وزن الجسم = 50 N .
٣ــ قوة جذب الأرض لجسم = 700 N . ٤ــ كمية التحرك لجسم = 10 kg.m/s .
٥ــ المعدل الزمني للتغير فى كمية التحرك لجسم ما = $55\ kg.m/s^2$.

س٧: قارن بين كل من :

١ــ ✍الكتلة والوزن .
(من حيث التعريف ــ النوع ــ العلاقة الرياضية ــ وحدة القياس ــ معادلة الأبعاد ــ التأثر بالمكان) .
٢ــ ✍قوانين نيوتن الثلاثة . (من حيث : النص ــ الصيغة الرياضية)

س٨ : متى يتساوى كل من ؟

١) القوة المؤثرة على جسم مع عجلة حركته .
٢) القوة المؤثرة على جسم مع كتلته .
٣) عجلة حركة جسم يتحرك مع كتلته .

س٩ : متى تكون الكميات الآتية مساوية للصفر ؟

١- القوة المؤثرة على جسم . ٢- عجلة حركة جسم . ٣- كمية التحرك .

س١٠ : اكتب العلاقة الرياضية التى تعبر عن :

١- القانون الأول لنيوتن . ٢- القانون الثالث لنيوتن . ٣- القانون الثانى لنيوتن .
٤- الوزن . ٥- الكتلة .

س١١ : أسئلة متنوعة

١) إذا تحرك قطار فجاه للأمام ، فما الاتجاه الذى ستتحرك فيه حقيبة صغيرة موضوعة أسفل أحد المقاعد ؟ ولماذا ؟
٢) يمكن القول بان القانون الأول للحركة هو حالة خاصة من القانون الثانى ، وضح ذلك .
٣) قذف رائد فضاء جسماً صغيراً فى اتجاه معين ، ماذا يحدث لهذا الرائد ؟ وفى ضوء ذلك اقترح طريقة لتتمكن المركبة الفضائية من تغير اتجاهها خارج الغلاف الجوى .
٤) قارن بين ما يأتى مستخدماً (أكبر من — أصغر من — يساوى)

- كتلة الجسم ووزنه على سطح الأرض .
- العجلة التى يتحرك بها جسم كتلته 2kg والعجلة التى يتحرك بها جسك كتلته 4kg عند تأثرهما بنفس القوة .
- عجلة السقوط الحر لجسم كتلته 2kg وعجلة السقوط الحر لجسم كتلته 4kg .
- القوة التى يندفع بها الصاروخ لأعلى وقوة اندفاع الغازات المشتعلة لأسفل .

س١٢ : ١- مسائل عامة للتدريب

(١) ما قوة الجاذبية المؤثرة على شخص كتلته 50 kg عندما يكون سيارة تتحرك $3\ m/s^2$ علماً بان عجلة الجاذبية $9.8\ m/s^2$.

****

(٢) سحبت سيارة بقوة 6×10^3 فاكتسبت عجلة قدرها $6\ m/s^2$ أحسب كتلة السيارة ووزنها . ($g = 9.8\ m/s^2$) .

****

(٣) يتولى ونش المرور سحب سيارة بقوة 5000 N ليكسبها عجلة مقدارها $5\ m/s^2$ فإذا كانت عجلة الجاذبية $9.8\ m/s^2$ ، أحسب السرعة النهائية للجسم بعد 4s ، والمسافة التى تحركها الجسم خلال 4s .

****

(٤) سيارة كتلتها 600 kg بدأت حركتها من السكون فى خط مستقيم تحت تأثير قوة محركها التى تعادل 1200 N وبعد مرور دقيقتين من بدء الحركة رأى قائدها طفلاً على بعد 120 m فاضطر للضغط على الفرامل حيث توقفت السيارة بعد ثانيتين من لحظة استخدامه للفرامل هل تصطدم السيارة الطفل أم لا ؟

****

(٥) أوجد القوة اللازمة لتعجيل كتلة مقدارها 10 kg تتحرك فى خط مستقيم بحيث تتغير سرعتها 54 km/hr الى 108 km/hr خلال 10s . [15 N]

(٦) تحركت سيارة كتلتها 1200 kg من السكون تحت تأثير قوة مقدارها 600N ، احسب العجلة التى تحركت بها السيارة وسرعة السيارة بعد زمن قدره 25 s ، والمسافة التى تقطعها السيارة . $[0.5 m/s^2, 12.5 m/s, 156,25 m]$

****

(٧) جسم ساكن كتلته 20 kg أثرت عليه قوة مقدارها 30 N اوجد العجلة التى يكتسبها الجسم والزمن اللازم ليتحرك الجسم مسافة 75m. $[1.5 m/s^2, 10 s]$

****

(٨) أثرت قوة مقدارها 24 N على جسم كتلته 5 kg فتحرك على مستوى أفقى بعجلة $3 m/s^2$ ، أحسب قوى الاحتكاك [9 N]

****

(٩) سيارة كتلتها 500 kg بدأت حركتها من السكون على طريق أفقى تحت تأثير قوة المحرك وقدرها 300 N ، فإذا كانت قوى الاحتكاك 50 N ، أوجد القوة المحركة للسيارة والعجلة التى تتحرك بها . $[250 N, 0.5 m/s^2]$

****

(١٠) أثرت قوتان متساويتان على كتلتين مختلفين الأولى مقدارها 12 kg ، والثانية مجهولة ، فاكتسبت الأولى عجلة مقدارها $3 m/s^2$ والثانية عجلة مقدارها $6 m/s^2$ ، فأحسب مقدار الكتلة المجهولة .

****

(١١) أثرت قوتان متساويتان على كتلتين الأولى 1 kg والثانية 2 kg فتحركت الأولى بعجلة $2 m/s^2$. اوجد العجلة التى تتحرك بها الثانية

****

(١٢) أثرت قوتان متساويتان على جسمين فتحرك الأول وكتلته 5 kg بعجلة قدرها $8 m/s^2$ وتغيرت سرعة الثانى من السكون الى 48 m/s خلال 3 s فكم تكون كتلة الجسم الثانى .

****

(١٣) أثرت قوة قدرها 160 N على جسم فتغيرت سرعته من 20 m/s الى 30 m/s بعد أن قطع مسافة 25 m اوجد كتلة الجسم .

****

(١٤) أثرت قوة على جسم كتلته 10 kg فزادت سرعته من 5 m/s الى 10 m/s بعد أن قطع مسافة قدرها 25 m اوجد قيمة هذه القوة .

****

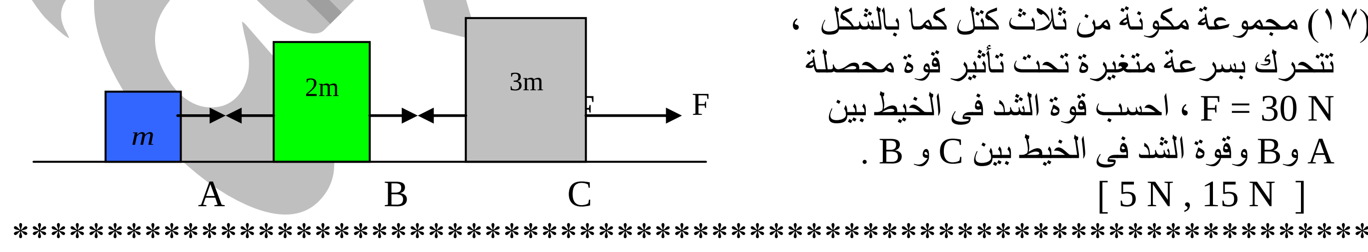
(١٥) تؤثر قوة على كتلة مقدارها 5 kg بحيث تنخفض سرعتها من 7 m/s الى 3 m/s فى زمن قدره 2s اوجد القوة المؤثرة بالنيوتن والمسافة التى تحركتها الكتلة خلال هذا الزمن .

****

(١٦) أحسب مقدار القوة التى تؤثر على جسم كتلته 7 kg بحيث تزيد سرعته من 10m/s الى 14m/s خلال 2s .

****

(١٧) مجموعة مكونة من ثلاث كتل كما بالشكل ، تتحرك بسرعة متغيرة تحت تأثير قوة محصلة F = 30 N ، احسب قوة الشد فى الخيط بين A وB وقوة الشد فى الخيط بين C و B . [5 N , 15 N]



****

(١٨) سيارة كتلتها 1200kg تتحرك بسرعة 20m/s أوقف قائدها المحرك لتتوقف خلال 5s احسب المسافة التى تقطعها السيارة خلال تلك الفترة وكذلك القوة المؤثرة على تلك السيارة خلال الفترة .

****

(١٩) جسم كتلته 50kg على سطح الأرض بحيث عجلة الجاذبية الأرضية $9.8 m/s^2$ اوجد وزن الجسم على سطح الأرض وكتلته على سطح القمر . [490 N , 50 kg]

****

(٢٠) جسم ساكن وزنه 400 N أثرت عليه قوة مقدارها 200 N فتحرك الجسم لمدة 3s فإذا علمت أن عجلة السقوط الحر $10\ m/s^2$ ، أحسب السرعة النهائية بعد 3s ، والمسافة التى قطعها خلال 3s . [15 m/s , 22.5 m]

****

(٢١)جسم كتلته (m) أثرت عليه قوى مختلفة فتغيرت عجلة الحركة طبقاً للجدول التالى أرسم العلاقة البيانية بين القوة على المحور الصادي والعجلة على المحور السيني ، ومن الرسم أوجد دلالة الميل ومقداره .

F (N)	10	20	30	40	50
a (m/s^2)	1	2	3	4	5

$[\frac{1}{m}, \frac{1}{10} kg^{-1}]$

****



(٢٢)جسم كتلته 80 kg يتحرك خلال 100 s طبقاً للعلاقة البيانية الموضحة بالرسم :

(أ) أوجد أكبر سرعة يصل إليها الجسم .

(ب) ما نوع حركة الجسم فى الفترة من A الى B ، ومن B الى C

(جـ) أحسب القوة المؤثرة على الجسم فى كل مرحلة .

[30 m/s , عجلة منتظمة موجبة , سرعة منتظمة , 60 N , 0 , -120N]

****

(٢٣) جسم ساكن وزنه 500 N يتحرك بسرعة 10 m/s وبعد 5 s أصبحت 30 m/s علماً بان $g = 9.8\ m/s^2$

احسب : (أ) التغير فى كمية التحرك . (ب) القوة المؤثرة على الجسم .

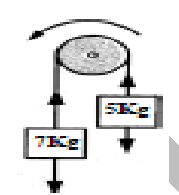
****

س١٢ : ٢- مسائل الكتاب المدرسى

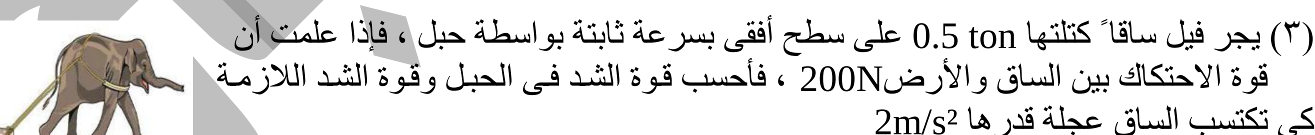
(١) ما وزن مجس فضائي كتلته 225 kg على سطح القمر بفرض أن عجلة الجاذبية على سطح القمر $1.62\ m/s^2$. [364.5 N]

****

(٢) فى الشكل المقابل احسب العجلة التى تتحرك بها مجموعة الأثقال إذا علمت أن الكتلة الأولى تساوى 5 kg والكتلة الثانية تساوى 7kg مع إهمال قوة الاحتكاك .



[$1.67\ m/s^2$]



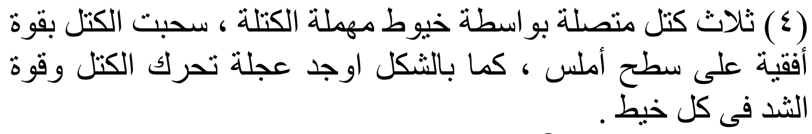
****

(٣) يجر فيل ساقاً كتلتها 0.5 ton على سطح أفقي بسرعة ثابتة بواسطة حبل ، فإذا علمت أن قوة الاحتكاك بين الساق والأرض 200N ، فأحسب قوة الشد فى الحبل وقوة الشد اللازمة كي تكتسب الساق عجلة قدرها $2m/s^2$

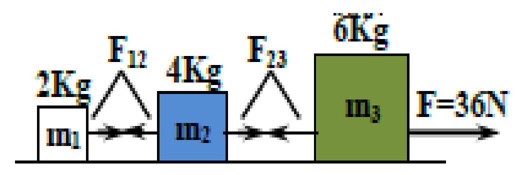


[200 N , 1200 N]

****



(٤) ثلاث كتل متصلة بواسطة خيوط مهملة الكتلة ، سحبت الكتل بقوة أفقية على سطح أملس ، كما بالشكل اوجد عجلة تحرك الكتل وقوة الشد فى كل خيط .



[$3m/s^2$, 6 N , 18 N]

****

الفصل الأول
قوانين الحركة الدائرية

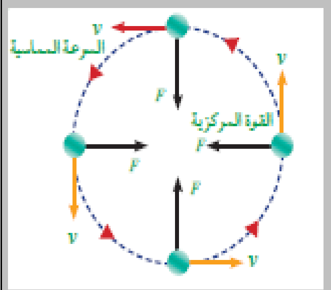
مقدمة

– تبعاً لقانون نيوتن الثانى عندما تؤثر قوة على جسم متحرك بسرعة منتظمة فانه :
- يكتسب عجلة أى يحدث تغير فى سرعته .
- يعتمد التغير الحادث فى السرعة على اتجاه القوة المؤثرة بالنسبة لاتجاه الحركة .

عندما تؤثر قوة على جسم متحرك، إذا كان اتجاه القوة فى

نفس اتجاه الحركة	عكس اتجاه الحركة	اتجاه عمودي على الحركة
تزداد سرعة الجسم المتحرك .	تقل سرعة الجسم المتحرك .	تظل سرعة الجسم المتحرك ثابتة .
لا يتغير اتجاه حركة الجسم .	لا يتغير اتجاه حركة الجسم .	يتغير اتجاه حركة الجسم .
عندما يزيد قائد الدراجة النارية من تدفق الوقود فإنها تكتسب قوة فى نفس اتجاه الحركة فتزداد سرعتها .	عندما يضغط قائد الدراجة النارية على الفرامل فان القوة تكون فى عكس اتجاه الحركة فتقل سرعتها .	عندما يميل قائد الدراجة النارية بجسمه يميناً او يساراً تتولد قوة عمودية على اتجاه الحركة فيتغير اتجاه الحركة ويسير فى مسار دائري

الاستنتاج



(١) لكى يتحرك أى جسم فى مسار دائري لابد ان تؤثر عليه قوة عمودية على اتجاه حركته وفى اتجاه مركز الدائرة وذلك لإجباره على الاستمرار فى الحركة الدائرية يطلق عليها القوة الجاذبة المركزية .

(٢) إذا غابت هذه القوة فان الجسم سوف ينطلق باتجاه المماس الدائري الذى كان يسلكه لحظة الإفلات وذلك بسرعة ثابتة فى المقدار والاتجاه (فى خط مستقيم) وتسمى هذه السرعة بالسرعة المماسية .

الحركة الدائرية المنتظمة

هى حركة جسم فى مسار دائري بسرعة ثابتة فى المقدار ومتغيرة فى الاتجاه .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	**لكى يتحرك جسم فى مسار دائري لابد أن تؤثر عليه قوة عمودية على اتجاه حركته وفى اتجاه مركز الدائرة .**	لإجبار الجسم على الاستمرار فى الحركة الدائرية
٢	**عند مل دلو الى منتصفه بالماء وتحريكه فى دائرة رأسية بسرعة كافية لا يخرج الماء من فوهة الدلو .**	لان القوة الجاذبة المؤثرة عليه تكون عمودية على اتجاه الحركة وبالتالى تعمل على تغيير اتجاه السرعة دون تغيير لمقدارها فتدور المياه فى المسار الدائري وتبقى داخل الدلو .

أنواع القوى الجاذبة المركزية

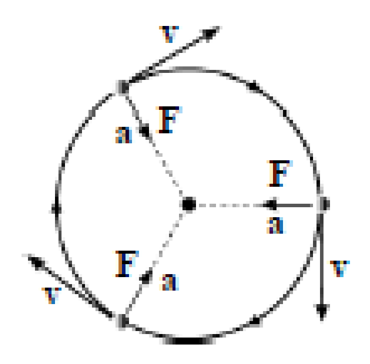
قوة الشد (F_T)	هى قوة شد تنشأ فى حبل أو خيط طرفه مربوط بجسم أخر وعندما يتحرك فى مسار دائرى تكون هذه القوة فى اتجاه عمودى على اتجاه حركة الجسم وتكون قوة الشد هى نفسها القوة الجاذبة المركزية .	F_T
قوة التجاذب المادى (F_G)	هى قوة تجاذب تنشأ بين الأرض والشمس وتكون عمودية على اتجاه حركة الأرض فتجعلها تتحرك فى مسار دائرى حول الشمس .	اتجاه الحركة، الأرض، القوة الجاذبة المركزية، F_G
قوة الاحتكاك (F_f)	- عندما تنعطف السيارة فى مسار دائري أو منحنى تنشأ قوة احتكاك بين الطريق والإطارات . - تكون هذه القوة عمودية على اتجاه الحركة وفى اتجاه مركز الدائرة فتجعل السيارة تتحرك فى مسار دائرى . - **إذاً : قوة الاحتكاك تعمل كقوة جاذبة مركزية .**	رد الفعل (F_N)، الاحتكاك (F_f)، الوزن (W)
قوة رد الفعل (F_N)	عندما تتحرك سيارة فى مسار دائرى يميل على الأفقى فإنها تتأثر بأكثر من قوة ، منها : • **قوة رد الفعل (تؤثر عمودياً على السيارة)** بتحليل متجه رد الفعل فان المركبة الأفقية لرد الفعل تكون عمودية على اتجاه الحركة وفى اتجاه المركز فتجعل السيارة تتحرك فى مسار منحنى . • **قوة الاحتكاك :** بتحليل متجه قوة الاحتكاك فان المركبة الأفقية لقوة الاحتكاك تكون عمودية أيضاً على اتجاه الحركة فتجعل السيارة تتحرك فى مسار منحنى . - **إذاً : القوة الجاذبة المركزية تساوى مجموع مركبتي قوة رد الفعل وقوة الاحتكاك باتجاه مركز الدوران**	رد الفعل (F_N)، المركبة الرأسية لرد الفعل، المركبة الأفقية لرد الفعل، الاحتكاك (F_f)، الوزن (W)، (θ)
قوة الرفع (F_L)	- تؤثر قوة رفع الطائرة عمودياً على جسم الطائرة . - عندما تميل الطائرة فان المركبة الأفقية لقوة الرفع تكون عمودية على اتجاه الحركة وفى اتجاه المركز فتتحرك الطائرة فى مسار دائرى . - **إذاً : المركبة الأفقية لقوة رفع الطائرة تعمل كقوة جاذبة مركزية .**	قوة رفع الطائرة (F_L)، المركبة الرأسية لقوة الرفع، (θ)، المركبة الأفقية لقوة الرفع، الوزن

قوانين الحركة الدائرية

(١) العجلة المركزية .   (٢) السرعة المماسية .   (٣) القوة الجاذبة المركزية

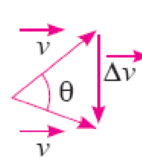
(١) العجلة المركزية

- عندما تؤثر قوة (F) عمودياً على اتجاه حركة جسم كتلته (m) وسرعته (V) فانه يتحرك فى مسار دائرى نصف قطره (r) ، حيث يكون :
- مقدار السرعة (V) ثابت على طول محيط الدائرة .
- اتجاه السرعة يتغير من نقطة لأخرى على محيط الدائرة .
- تغير اتجاه السرعة يعنى وجود عجلة تسمى العجلة المركزية (a) .
- اتجاه العجلة المركزية فى نفس اتجاه القوة الجاذبة المركزية .
- السرعة والقوة والعجلة تكون ثابتة المقدار ولكنها متغيرة الاتجاه باستمرار .



العجلة المركزية :
هى العجلة التى يكتسبها الجسم فى الحركة الدائرية نتيجة لتغير اتجاه السرعة .

حساب قيمة العجلة المركزية



مثلث السرعات

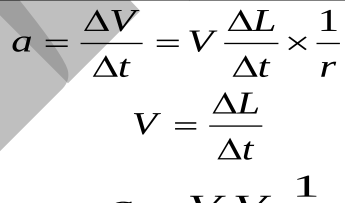
عند تحرك جسم من النقطة (A) الى النقطة (B) فان السرعة (V) تتغير فى الاتجاه ولكن تحتفظ بمقدارها ثابتاً وبذلك فان التغير فى السرعة (ΔV) ينتج عن التغير فى اتجاه السرعة فقط .

من تشابه المثلث (CAB) مع مثلث السرعات :

$$\frac{\Delta L}{r} = \frac{\Delta V}{V}$$

$$\Delta V = \frac{\Delta L}{r} V$$

إذا انتقل الجسم من النقطة (A) الى النقطة (B) خلال فترة زمنية (Δt) فأن



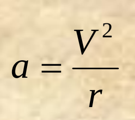
$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = V\frac{\Delta L}{\Delta t} \times \frac{1}{r}$$

وبما أن :

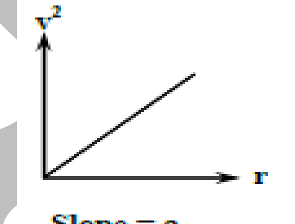
$$V = \frac{\Delta L}{\Delta t}$$

إذا :

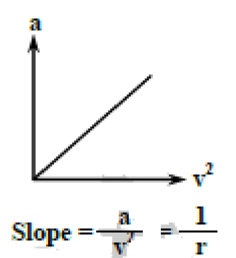
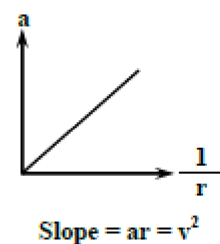
$$a = V.V.\frac{1}{r}$$



$$a = \frac{V^2}{r}$$



العوامل التى يتوقف عليها العجلة المركزية

❶ السرعة المماسية	❷ نصف قطر الدوران
تتناسب العجلة المركزية طردياً : مع مربع السرعة المماسية عند ثبوت نصف قطر الدوران	تتناسب العجلة المركزية عكسياً مع نصف قطر الدوران عند ثبوت السرعة المماسية
	

ملاحظات هامة

١- العجلة المركزية تتوقف على السرعة المماسية ونصف قطر الدوران ولا تعتمد على كتلة الجسم

٢- العجلة المركزية لجسم يتحرك فى مسار دائرى كمية متجهة واتجاهها نحو مركز الدائرة .

٢- الحالة الوحيدة التى يتحرك فيها الجسم بسرعة منتظمة وبالرغم من ذلك تكون عجلة حركته لا تساوى الصفر ، هى الحالة التى يتحرك فيها الجسم فى مسار دائرى حيث تكون سرعته منتظمة مقداراً فقط ولكن يتغير اتجاهها من لحظة لأخرى ، وتسمى العجلة عندئذ بـ (العجلة المركزية) .

٣- **ما معنى أن العجلة المركزية لجسم =** $33\ m/s^2$

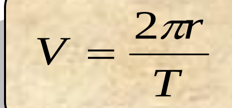
أى أن العجلة التى يكتسبها الجسم فى الحركة الدائرية نتيجة لتغير اتجاه السرعة = $33\ m/s^2$

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	قد يتحرك جسم بسرعة ثابتة وتكون له عجلة	لان الجسم عندما يتحرك فى مسار دائرى تكون له عجلة مركزية تغير اتجاه السرعة فقط ولا تغير من مقدارها .
٢	استمرار دوران الأرض حول الشمس .	لان قوة التجاذب المادى بين الأرض والشمس تكون عمودية على اتجاه الحركة فتعمل كقوة جاذبة مركزية لتجعلها تتحرك فى مسار دائرى .
٣	عندما تنعطف السيارة عند المنحنى تحافظ على سيرها فى المنحنى ولا تحيد عنه .	لان قوة الاحتكاك بين الطريق وإطارات السيارة تكون عمودية على اتجاه الحركة وفى اتجاه مركز الدائرة فتجعل السيارة تتحرك فى مسار منحنى .
٤	عند المنعطف يميل راكب الدراجة بدراجته وجسمه نحو مركز المسار الدائرى	لكى تتولد قوة عمودية على اتجاه الحركة فيتغير اتجاه الحركة ويسير فى مسار دائرى .
٥	مثلث السرعة الممثل لجسم يدور فى مسار دائرى يكون متساوي الساقين .	لان ضلعي المثلث يمثلا سرعتي الجسم الابتدائية والنهائية وهما متساويتان مقداراً .

(٢) السرعة المماسية

- هى سرعة جسم فى اتجاه مماس للمسار الدائرى الذى كان يسلكه لحظة الافلات .
- إذا افترضنا أن الجسم قام بعمل دورة كاملة فى المسار الدائري خلال زمن قدره (T) يطلق عليه الزمن الدوري فإن:

$$\text{السرعة المماسية} = \frac{\text{المسافة (محيط المسار الدائرى)}}{\text{الزمن}}$$

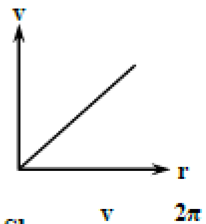


$$V = \frac{2\pi r}{T}$$

العوامل التى يتوقف عليها السرعة المماسية

❶ **نصف قطر الدوران**

تتناسب السرعة المماسية طردياً مع نصف قطر الدوران عند ثبوت الزمن الدورى



$Slope = \frac{v}{r} = \frac{2\pi}{T}$

❷ **الزمن الدورى**

تتناسب السرعة المماسية عكسياً مع الزمن الدورى عند ثبوت نصف قطر الدوران

v — $\frac{1}{T}$

$Slope = vT = 2\pi r$

الزمن الدورى

- هو الزمن اللازم لعمل دورة كاملة فى المسار الدائرى
- ويمكن حساب زمن الدورة الكاملة من العلاقة : $T = \frac{2\pi r}{V}$

م	ما معنى أن	الإجابة
١	الزمن الدوري للجسم فى مساره الدائرى = 100 s	أى أن الزمن اللازم لعمل دورة كاملة فى المسار الدائرى = 100 s
٢	السرعة المماسية لجسم = 20 m/s	أى أن سرعة الجسم فى اتجاه مماس المسار الدائرى الذى كان يسلكه لحظة الإفلات = 20 m/s .

(٢) القوة الجاذبة المـركـزيـة

هى القوة التى تؤثر باستمرار فى اتجاه عمودي على حركة الجسم فتحول مساره المستقيم الى مسار دائري.

استنتاج مقدار القوة الجاذبة المركزية

(١) من قانون نيوتن الثانى $F = m\,a$

(٢) من قانون العجلة المركزية : $a = \frac{V^2}{r}$

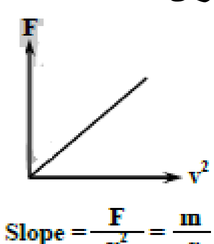
(٣) من ١ و ٢ ينتج أن

$$F = m\frac{V^2}{r}$$

العوامل التى يتوقف عليها القوة الجاذبة المركزية

①السرعة المماسية:

تتناسب طردياً مع مربع السرعة المماسية عند ثبوت الكتلة ونصف قطر الدوران



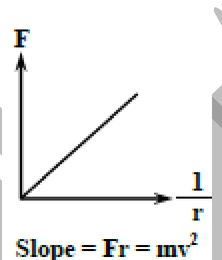
❷ كتلة الجسم

تتناسب طردياً مع كتلة الجسم عند ثبوت السرعة المماسية ونصف قطر الدوران.

F
m
Slope = F/m = v²/r

❸ نصف قطر الدوران

تتناسب عكسياً مع نصف قطر الدوران عند ثبوت الكتلة والسرعة المماسية



علل لما يأتى	الإجابة
كلما زادت سرعة السيارة فى المسار المنحنى احتاجت لقوة جاذبة مركزية أكبر .	لان القوة الجاذبة المركزية تتناسب طردياً مع مربع السرعة .
عند زيادة نصف قطر المسار للضعف تقل القوة الجاذبة المركزية للنصف .	لان القوة الجاذبة المركزية تتناسب عكسياً مع نصف قطر المدار .
الجسم الذى يتحرك حركة دائرية منتظمة لا يقترب أبداً من مركز الدائرة بالرغم من تأثره بقوة جاذبة مركزية نحو المركز .	لان القوة الجاذبة المركزية قوة عمودية على اتجاه حركة الجسم فهى تعمل على تغيير اتجاه السرعة دون تغيير مقدارها .

ما معنى أن	الإجابة
القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم = 500 N	أى أن القوة التى تؤثر باستمرار فى اتجاه عمودي على حركة الجسم فتحول مساره المستقيم الى مسار دائرى = 500 N .

أمثلة محلولة

(١) حجر كتلته 600 g مربوط فى خيط طوله 10 cm ويدور بسرعة 3 m/s احسب القوة الجاذبة المركزية ، وما الذى تتوقع حدوثه اذا كانت اقصى قوة شد يتحملها الخيط هى 50 N .

الحل

$F = ?$
$m = 0.6$
$r = 0.1$
$V = 3$

$$F = m\frac{V^2}{r}$$

$$= \frac{0.6 \times 9}{0.1} = 54N$$

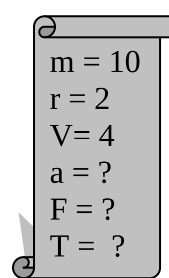
وحيث أن القوة الجاذبة المركزية اكبر من أقصى قوة شد يتحملها الخيط لذا فانه سينقطع ويتحرك الحجر فى خط مستقيم باتجاه المماس للمسار الدائري الذى كان يسلكه لحظة انقطاع الخيط .

****

(٢) جسم كتلته 10 kg يتحرك حول محيط دائرة نصف قطرها 2 m بسرعة خطية ثابتة مقدارها 4 m/s اوجد العجلة الخطية والعجلة المركزية والقوة الجاذبة المركزية وزمن دورة واحدة .

الحل

العجلة الخطية = صفر



$$a = \frac{V^2}{r} = \frac{16}{2} = 8m/s$$

$$F = ma = 10 \times 8 = 80N$$

$$T = \frac{2\pi r}{V} = \frac{2 \times 22 \times 2}{7 \times 4} = 3.14s$$

****

(٣) ربطت سدادة مطاطية كتلتها 13 g فى خيط ثم مرر الخيط خلال أنبوبة معدنية وربط الطرف الأخر بثقل كتلته (M) ثم أديرت السدادة فى مسار دائرى أفقى نصف قطره 0.93 m لتصنع 50 دورة فى زمن قدره 59 s ، احسب كتلة الثقل المعلق فى الطرف الأخر للخيط

الحل

$$T = \frac{\text{الزمن الكلى}}{\text{عدد الدورات}} = \frac{59}{50} = 1.18s$$

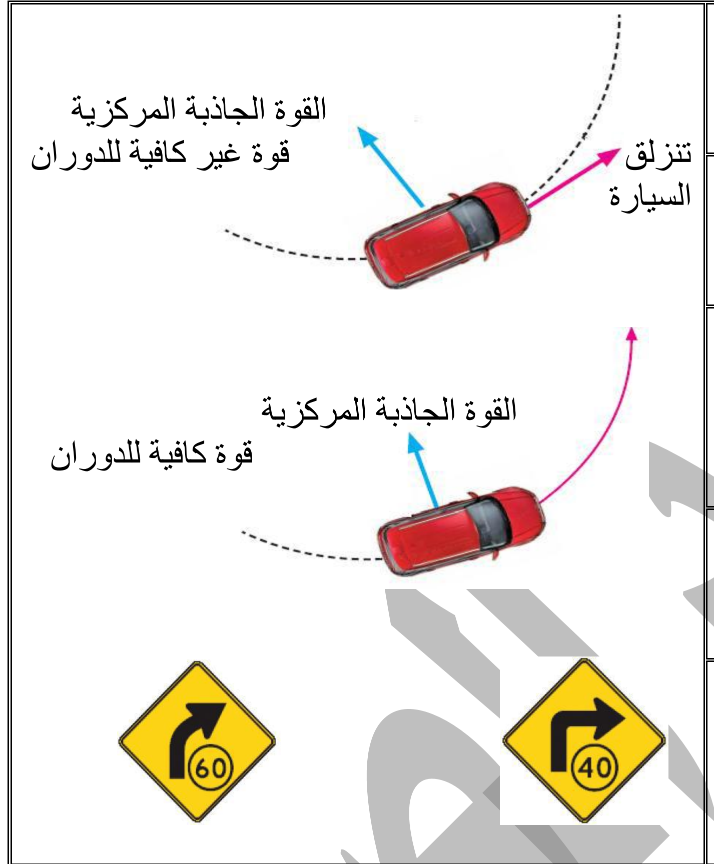
$$V = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \times 3.14 \times 0.93}{1.18} = 4.9m/s$$

$$F = m\frac{V^2}{r} = \frac{0.013 \times (4.9)^2}{0.93} = 0.34N$$

$$M = \frac{F}{g} = \frac{0.34}{10} = 0.034kg$$

أهم التطبيقات الحياتية

(١) تصميم منحنيات الطرق :

يلزم حساب القوة الجاذبة المركزية عند تصميم منحنيات الطرق والسكك الحديدية لكى تتحرك السيارات والقطارات فى هذا المسار المنحنى دون أن تنزلق .	
إذا تحركت سيارة على منحنى وكان الطريق لزج فان قوى الاحتكاك تكون غير كافية لإدارة السيارة فى المسار المنحنى فتنزلق السيارة ولا تستمر فى المسار المنحنى .	
يحدد مهندسو الطرق سرعة معينة للحركة عند المنحنيات لا ينبغي تجاوزها فكلما ازدادت سرعة السيارة V احتاجت لقوة جاذبة مركزية اكبر للحركة على المسار المنحنى ، حيث $F \propto v^2$.	
يمنع حركة سيارات النقل الثقيل على بعض المنحنيات الخطرة فكلما زادت كتلة السيارة احتاجت لقوة مركزية أكبر حيث $F \propto m$	
ينبغي السير بسرعة صغيرة على المنحنيات الخطرة لتجنب خطورتها فكلما قل نصف قطر المنحنى احتاجت السيارة لقوة مركزية اكبر لتدور فيه حيث $F \propto \frac{1}{r}$	

(٢) يستفاد من ظاهرة حركة الأجسام بعيداً عن المسار الدائري عندما تكون القوة الجاذبة المركزية غير كافية للحركة فى المسار الدائري فى

١- صنع غزل البنات .

٢- لعبة البراميل الدوارة فى الملاهي .

٣- تجفيف الملابس فى الغسالات الأوتوماتيكية

حيث نجد أن جزيئات الماء الملتصقة بالملابس بقوة معينة وعند دوران المجفف بسرعة كبيرة تكون القوة غير كافية لإبقاء الجزيئات فى مدارها فتنطلق باتجاه مماس محيط دائرة الدوران وتنفصل عن الملابس .

ملحوظة :

عند استعمال حجر المسن الكهربائي تنطلق شظايا المعدن المتوجهة باتجاهات مستقيمة وبسرعات مماسية .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	من الضروري حساب القوة الجاذبة المركزية عند تصميم منحنيات الطرق والسكك الحديدية	لان القوة المركزية تتناسب طردياً مع مربع السرعة فعندما تقل السرعة تقل القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على السيارة أو القطار فلا ينقلب إحداهما .
٢	خطورة التحرك بسرعات كبيرة فى منحنيات الطرق .	



س١ : اكتب المصطلح العلمى لكل من :

١) 📖حركة جسم فى مسار دائرى بسرعة خطية ثابتة المقدار ومتغيرة الاتجاه .
٢) 📖قوة تؤثر فى اتجاه المركز دائماً وعمودية على متجه السرعة الخطية أثناء حركة جسم فى مسار دائرى .
٣) 📖الزمن الذى يستغرقه الجسم المتحرك فى مسار دائرى لعمل دورة كاملة .
٤) ✍قوة تؤثر باستمرار فى اتجاه عمودي على حركة الجسم فتحول مساره المستقيم الى مسار دائرى .
٥) ✍العجلة التى يكتسبها الجسم فى الحركة الدائرية نتيجة لتغير اتجاه السرعة .
٦) ✍مربع السرعة المماسية مقسوماً على نصف قطر الدوران .
٧) حاصل ضرب كتلة الجسم فى العجلة المركزية التى يتحرك بها .
٨) القوة المؤثرة عمودياً على حركة الجسم مسببة حركته فى مسار دائرى بسرعة ثابتة .
٩) كمية متجهة تعرف بأنها التغير فى اتجاه سرعة ثابتة المقدار بمرور الزمن .
١٠) العجلة التى يتحرك بها جسم فى مسار دائرى ويكون اتجاهها نحو المركز .
١١) عجلة تعمل عل تغيير اتجاه السرعة فقط .

س٢ : علل لما يأتى :

١) 📖رغم أن الجسم الذى يتحرك حركة دائرية منتظمة يتأثر بعجلة إلا أن سرعته الخطية ثابتة القيمة .
٢) ✍قد يتحرك جسم بسرعة ثابتة وتكون له عجلة .
٣) ✍استمرار دوران الأرض حول الشمس .
٤) يجب أن يقلل السائق سرعه سيارته فى المنحنيات والدورانات .
٥) لكى يتحرك جسم فى مسار دائرى لابد وان تؤثر عليه قوة عمودية على اتجاه حركته وفى اتجاه مركز الدائرة .
٦) عند زيادة السرعة المماسية للجسم للضعف زادت القوة الجاذبة المركزية له أربعة أمثال .

س٣ : اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة :

١) 📖تنتج قوة الجذب المركزية المؤثرة على سيارة تسير فى منحنى عن ....
(قوة الجاذبية الأرضية – قوة الاحتكاك بين إطارات السيارة والطريق – قوة الفرامل – عزم القصور الذاتى المؤثر على قائد السيارة)
٢) 📖إذا ازداد نصف قطر مدار جسيم يسير فى مسار دائرى الى أربعة أمثاله ، فإن القوة الجاذبة المركزية اللازمة لإبقاء سرعة الجسيم ثابتة .... (تقل الى النصف – تبقى ثابتة – تزيد الى الضعف – تقل الى الربع)
٣) إذا تحرك جسم فى مسار دائرى فان سرعته تتغير(مقدارا فقط-اتجاها فقط-مقدارا واتجاها-لا توجد إجابة صحيحة)
٤) عندما تؤثر قوة على جسم متحرك فى نفس اتجاه الحركة فان مقدار السرعة ....
(يقل ولا يتغير اتجاهها – يزداد ولا يتغير اتجاهها – يقل ويتغير اتجاهها – يزداد ويتغير اتجاهها)
٥) تزداد العجلة المركزية لجسم كلما زادات .... (الكتلة – السرعة الخطية – نصف قطر المسار)
٦) عندما تؤثر قوة على جسم متحرك فى عكس اتجاه الحركة فان مقدار السرعة ....
(يقل ولا يتغير اتجاهها – يزداد ولا يتغير اتجاهها – يقل ويتغير اتجاهها – يزداد ويتغير اتجاهها)
٧) عندما تؤثر قوة على جسم متحرك فى اتجاه عمودي على الحركة فان مقدار السرعة ....
(يقل ولا يتغير اتجاهها – يزداد ولا يتغير اتجاهها – يقل ويتغير اتجاهها – يزداد ويتغير اتجاهها)
٨) تعتبر قوة جاذبة مركزية عندما تكون عمودية على اتجاه الحركة ....
(قوة الشد- قوة التجاذب المادى- قوة الاحتكاك - جميع ما سبق)
٩) إذا زادت السرعة المماسية الى الضعف وزاد قطر المسار الى الضعف فان العجلة المركزية ....
(تقل الى النصف – تزداد الى الضعف – تزداد الى أربعة أمثال – تظل كما هى)
١٠) جسمان يتحركان على محيط دائرة واحدة بنفس السرعة حيث كتلة الأول ضعف كتلة الثانى ، فتكون العجلة التى يتحرك بها الأول .... العجلة التى يتحرك بها الثانى (تساوى – ضعف – نصف – ربع)

١١) النسبة بين القوة الجاذبة المركزية لجسمين كتلتيهما واحدة يتحرك الجسم الأول بسرعة 5 m/s فى دائرة قطرها 4m ويتحرك الجسم الثانى بسرعة 10m/s فى دائرة قطرها 8m هى . (2 : 1 — 3 : 1 — 4 : 1 — 3 : 2)

١٢) من العوامل التى تتوقف عليها القوة الجاذبة المركزية ....
(درجة حرارة الجسم — نوع مادة الجسم — نصف قطر المدار — جميع ما سبق)

١٣) من التطبيقات الحياتية للقوة الجاذبة المركزية ....
(تجفيف الملابس — صنع غزل البنات — لعبة البراميل الدوارة فى الملاهي — جميع ما سبق)

١٤) إذا تضاعف نصف قطر المسار الدائرى فان القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم يتحرك عليه بسرعة ثابتة ....
(تزداد للضعف — تقل للنصف — تظل ثابتة)

١٥) العجلة المركزية لجسم يتحرك فى مسار دائرى تنتج بسبب ....
(تغير اتجاه السرعة- تغير مقدار واتجاه السرعة - ليس مما سبق)

١٦) تتناسب القوة الجاذبة المركزية تناسباً عكسياً مع ....
(كتلة الجسم — مربع سرعة الجسم — نصف قطر المسار الدائرى)

١٧) تتوقف القوة الجاذبة المركزية لجسم يتحرك فى مسار دائرى على كل مما يأتى ماعدا ....
(كتلة الجسم — سرعة الجسم — نصف قطر المسار الدائرى — نوع مادة الجسم)

س٦ : متى يحدث الآتى ؟

١) يزداد مقدار سرعة جسم عند تأثير قوة عليه ولا يتغير اتجاهها .
٢) يقل مقدار سرعة جسم عند تأثير قوة عليه ولا يتغير اتجاهها .
٣) لا يتغير مقدار سرعة جسم عند تأثير قوة عليه و يتغير اتجاهها .
٤) يتحرك الجسم بسرعة ثابتة وتكون له عجلة .
٥) تكون عجلة الحركة الخطية لجسم متحرك تساوى صفر .
٦) ✍يتحرك الجسم فى مسار دائرى .
٧) ينطلق الجسم مماساً للمسار الدائرى الذى كان يسلكه .
٨) تنعطف السيارة فى مسار دائرى أو منحنى دون أن تنزلق .
٩) تتساوى عددياً القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم والعجلة المركزية له .
١٠) تتحرك السيارة فى خط مستقيم ولا تنعطف فى المسار المنحنى رغم أن السائق يدير عجلة التحكم .

س٧ : أسئلة متنوعة

١) 📖 عند تدوير حجر مثبت فى نهاية خيط فى مسار دائرى ، ما اتجاه القوة المؤثرة عليه ؟ وما فائدتها ؟ وما اتجاه الحركة إذا انقطع الخيط ؟
٢) 📖 ما اتجاه القوة التى يؤثر بها حزام الأمان على سائق السيارة عندما تنعطف السيارة ؟
٣) 📖 هل يظل الماء فى الدلو عندما تقوم بتدويره فى مسار رأسي كما فى الشكل فسر إجابتك .
٤) قارن بين العجلة المركزية والعجلة الخطية (من حيث : القانون المستخدم)
٥) اذكر بعض تطبيقات على القوة الجاذبة المركزية .
٦) استنتج قانون : ١- العجلة المركزية ٢- القوة الجاذبة المركزية .
٧) ما العوامل التى يتوقف عليها كل من
- القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم . - العجلة المركزية . - السرعة المماسية .

س٨ : ما النتائج المترتبة على ؟

١) ✍انعدام القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على حركة سيارة تتحرك فى مسار دائرى .
٢) ✍غياب القوة العمودية على حركة جسم يتحرك فى مسار دائرى .
٣) زيادة نصف قطر المسار الدائرى الذى يتحرك فيه جسم للضعف (بالنسبة للعجلة المركزية) .
٤) عدم كفاية قوة احتكاك إطار السيارة بالطريق لإدارة السيارة فى المسار المنحنى .
٥) زيادة سرعة جسم يتحرك فى مسار دائرى الى الضعف (بالنسبة للعجلة المركزية).

س١٠ : ١- مسائل مختارة من الكتاب المدرسى

(١) راكب دراجة يتحرك فى مسار دائرى بسرعة مماسية مقدارها 13.2 m/s اذا كان نصف قطر المسار 40 m والقوة التى تحافظ على الدراجة فى مسارها الدائرى تساوى 377 N فاحسب كتلة الدراجة والراكب معاً. [86.55kg].

****

(٢) سيارة سباق كتلتها 905 kg تتحرك فى مسار دائرى طوله 3.25 km ، احسب السرعة المماسية للسيارة إذا كانت القوة اللازمة للحفاظ على الحركة الدائرية للسيارة تساوى 2140 N . [34.98 m/s]

****

(٣) ربط جسم كتلته 2 kg فى طرف خيط ليدور فى مسار دائرى أفقى نصف قطره 1.5 m بحيث يصنع 3 دورات فى الثانية ، احسب السرعة الخطية (المماسية) والعجلة المركزية وقوة شد الخيط للجسم .

[28.26 m/s , 532.42 m/s^2 , 1064.84 N]

****

(٤) جسم كتلته 100 g يتحرك فى محيط دائرة نصف قطرها 50 cm حركة دائرية منتظمة ، بحيث يستغرق زمن قدره 90 s لعمل 45 دورة كاملة ، أحسب زمن الدورة والسرعة الخطية والعجلة المركزية .

[2 s , 1.57 m/s , 4.93 m/s^2]

****

(٥) القوة الجاذبة المركزية فى لعبة أطفال على شكل طائرة مروحية عمودية كتلتها 100 g تتحرك فى مسار دائرى نصف قطره 1 m وتدور بمعدل 100 دورة خلال 20 s أحسب السرعة الخطية المماسية والعجلة المركزية والقوة الجاذبة المركزية . [31.4 m/s , 985.96 m/s^2 , 98.596 N]

س١٠ :٢- مسائل امتحانات

(١) جسم كتلته 2 kg يتحرك حول محيط دائرة نصف قطرها 2 m بسرعة 12 m/s أحسب العجلة المركزية والقوة الجاذبة المركزية والعجلة الخطية . [72 m/s^2 , 144 N , 0]

****

(٢) قوة جاذبة مركزية مقدارها 1800 N تؤثر على جسم كتلته 10 kg لكى يحتفظ بحركته فى مسار دائرى نصف قطره 5 m احسب سرعة الجسم والعجلة المركزية . [30 m/s , 180 m/s^2]

****

(٣) جسم وزنه 100 N يتحرك بسرعة 10 m/s فى مسار دائرى نصف قطره 10 m فإذا كانت عجلة الجاذبية الأرضية 10 m/s^2 ، اوجد العجلة المركزية والقوة الجاذبة المركزية والإزاحة خلال نصف دورة وزمن دورتين كاملتين. [10 m/s^2 , 100 N , 20 m , 12.56 s]

****

(٤) ربطت نرمين كرة كتلتها 0.2 kg فى احد طرفي حبل طوله 1 m ثم إدارته من الطرف الأخر بسرعة خطية 8 m/s فإذا كان الحبل يتحمل قوة شد قدرها 15 N فهل ينقطع الحبل ؟ ولماذا ؟ [لا ينقطع]

****

(٥)جسم كتلته (m) يتحرك فى مسار دائرى مصف قطره 2 m ، الجدول التالى يوضح العلاقة بين سرعة الجسم والقوة الجاذبة المركزية المؤثرة عليه : (أ) أرسم العلاقة بين (F) على المحور الرأسي ، (V^2) على المحور الأفقى .(ب) من الرسم أوجد ١- سرعة الجسم عندما تؤثر عليه قوة جاذبة مركزية مقدارها 90 N .
٢- كتلة الجسم .

F (N)	6	24	54	96	150
v (m/s)	2	4	6	9	10

س١٠ :٣- مسائل عامة للتدريب

(١) جسم كتلته 8 kg يسير فى مسار دائرى نصف قطره 4 m تحت تأثير قوة 4 N اوجد العجلة المركزية وسرعته .

****

(٢) إذا كانت العجلة المركزية لجسم 10 m/s^2 أحسب العجلة المركزية لنفس الجسم عند زيادة السرعة للضعف ونقص نصف قطر مساره الى النصف . [80 m/s^2]

****

(٣) سيارة كتلتها طن تتحرك بسرعة ثابتة 5 m/s تدور حول منحنى نصف قطره 50m أحسب قوة الاحتكاك المركزية التى تحافظ على حركة السيارة حول المنحنى . [500 N]

****

(٤) إحدى العربات بمدينة الملاهي كتلتها 200 kg تتحرك فى مسار دائرى بسرعة 10 m/s فإذا كانت القوة الجاذبة المركزية المؤثرة عليها 2000 N ، اوجد نصف قطر المسار الذى تتحرك فيه العربة والعجلة المركزية . [10 m , 10 m/s^2]

****

(٥) جسم كتلته 50 kg يتحرك على طريق دائرى نصف قطره 8m بسرعة خطية ثابتة 20 m/s احسب العجلة المركزية والقوة الجاذبة المركزية .

****

(٦) جسم كتلته 5 kg يتحرك حول دائرة نصف قطرها 20 m بسرعة خطية 10 m/s احسب العجلة المركزية والقوة الجاذبة المركزية .

****

(٧) جسم كتلته 8 kg يسير فى مسار دائرى نصف قطره 4 m تحت تأثير قوة 4 N اوجد العجلة المركزية وسرعته .

****

(٨) جسم كتلته 0,5 kg يتحرك حول محيط دائرة نصف قطرها 2 m بسرعة منتظمة 10 m/s اوجد العجلة المركزية والقوة الجاذبة المركزية .

****

(٩) جسم كتلته 2 kg يتحرك حول محيط دائرة نصف قطرها 8 m بعجلة مركزية مقدارها 200 m/s^2 اوجد السرعة الخطية والقوة الجاذبة المركزية .

****

(١٠) اوجد القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على سيارة كتلتها طن تتحرك فى منحنى قطره 5 m إذا كانت سرعتها 5 m/s^2 .

****

(١١) احسب نصف قطر منحنى تدور فيه سيارة كتلتها 500 kg بسرعة 5 m/s إذا كانت تتأثر بقوة جاذبة مركزية 500 N .

****

(١٢) أحسب العجلة المركزية والقوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم وزنه 3.92 N يتحرك حول محيط دائرة قطرها 200 cm بسرعة 8 m/s علماً بان $g = 9.8\ m/s^2$.

****

(١٣) سيارة وزنها 9800 N تدور فى منحنى دائرى قطره 100 m وسرعتها 5m/s فإذا علمت أن $g = 9.8\ m/s^2$ فاوجد العجلة المركزية والقوة المركزية المؤثرة على السيارة .

****

(١٤) أذا كانت القوة المركزية التى تحافظ على سيارة تتحرك فى طريق دائرى نصف قطره 500 m = 8 % من وزن السيارة أحسب أقصى سرعة تستطيع التحرك بها على الطريق علماً بأن $g = 9.8\ m/s^2$.

****

(١٥) جسم كتلته 50 kg يتحرك على محيط دائرة نصف قطرها 49 m بعجلة مركزية 4m/s^2 أحسب سرعة الجسم والقوة الجاذبة المركزية ، وعندما يصنع الجسم دورة كاملة أحسب المسافة الكلية والإزاحة الكلية .

****

(١٦) شخص كتلته 85 kg يركب دراجة ويتحرك بها فى طريق منحنى قطره 100 m بسرعة 2 m/s فتأثر بقوة جذب مركزى 8 N احسب كتلة الدراجة .

****

(١٧) جسم يتحرك فى مسار دائرى قطره 4 m ، بسرعة خطية 10 m/s ، أوجد الإزاحة خلال دورة كاملة والزمن اللازم لعمل دورة كاملة . [0 , 1.26 s]

****

(١٨) يتحرك جسم كتلته 0.2 kg على محيط دائرة بحيث يكمل 0.75دورة بعد 0.3 s وتكون إزاحته 6 m احسب نصف قطر الدائرة التى يدور فيها . وسرعة الجسم المماسية . [4.24 m , 66.57 m/s]

****

الجاذبية الكونية والحركة الدائرية

مقدمة



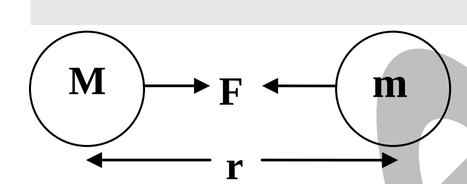
- لعبت الصدفة دوراً هاماً فى اكتشاف نيوتن لقانون الجذب العام وذلك عندما لاحظ سقوط تفاحة من شجرة نحو الأرض .
- توصل نيوتن الى بعض الافتراضات الأساسية والتى من خلالها تمكن من صيغة قانون الجذب العام ومنها أن :

(١) التفاحة التى تسقط على الأرض بسبب قوة جذب الأرض لها ، تجذب الأرض بدورها
(٢) القمر لا يتحرك فى خط مستقيم بينما يدور حول الأرض فى مسار دائرى بسبب وجود قوة جاذبة مركزية بينهما .
(٣) قوة الجذب المتبادلة بين الأجسام تتوقف على (كتل الأجسام المتجاذبة - المسافة الفاصلة بين مركزيهما) .

ومن خلال تلك الافتراضات توصل نيوتن الى نص قانون الجذب العام :

> **قانون الجذب العام لنيوتن :**
> **كل جسم مادي فى الكون يجذب أى جسم أخر بقوة تتناسب طردياً مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسياً مع مربع البعد بين مركزيهما.**

الصيغة العامة لقانون الجذب العام



- قوة التجاذب بين جسمين كتلتيهما m و M والمسافة بين مركزيهما r تتناسب

(١) طردياً : مع حاصل ضرب الكتلتين ($F \propto M , m$) .

(٢) عكسياً : مع مربع المسافة بين مركزيهما ($F \propto \frac{1}{r^2}$) .

- من (١) و (٢) نستنتج أن : $F \propto \frac{Mm}{r^2}$ **إذا**

$$F = G\frac{Mm}{r^2}$$

حيث G ثابت التناسب وهو ثابت كوني يعرف بـ (ثابت الجذب العام) .

ثابت الجذب العام

- **تعريفه :** هو قوة الجذب المتبادلة بين جسمين كتلة كل منهما 1 kg والمسافة بين مركزيهما 1 m .
- **قيمته و وحدة قياسه :** $G = (6.67\times10^{-11} N.m^2/kg^2) = (6.67\times10^{-11} m^3.kg^{-1}.s^{-2})$
- **معادلة أبعاده :** $M^{-1}L^3T^{-2}$

س ما معنى قولنا أن : ثابت الجذب العام لنيوتن = $6.67\times10^{-11}N.m^2/kg^2$

معنى ذلك أن مقدار قوة الجذب المتبادلة بين جسمين كتلة كل منهما 1 kg والمسافة بين مركزيهما 1 m تساوى $6.67\times10^{-11}N$.

ملحوظة هامة

١- قيمة ثابت الجذب العام صغيرة جداً ، لذلك لا تكون قوة الجاذبية بين الأجسام مؤثرة وكبيرة الا عندما تكون الكتل كبيرة أو تكون المسافات الفاصلة بين الأجسام صغيرة ، أو كلاهما معاً .

٢- نجح عالم الفلك البيروني (أبو الريحان محمد) فى قياس محيط الكرة الأرضية . كذلك ساعد بعض العلماء مثل على بن عيسى الأسطرلابى وعلى البحترى فى تطوير علم الفلك والاستفادة منه

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	لا تظهر قوة التجاذب المادى بين شخصين متجاورين	لصغر كتلتيهما .
٢	تظهر قوة التجاذب المادى بوضوح بين الأجرام السماوية	لكبر كتلتيهما .
٣	تزداد قوة التجاذب بين كتلتين كلما اقتربا من بعضهما .	لان قوة التجاذب المادى تتناسب عكسياً مع مربع المسافة بين الكتل المتجاذبة .
٤	تزداد قوة التجاذب بين كتلتين الى أربعة أمثالها إذا قلت المسافة بينهما للنصف .	لان قوة التجاذب المادى تتناسب عكسياً مع مربع المسافة بين الكتلتين .

مثال : كرتان صغيرتان كتلة كل منهما (7.3 kg) موضوعتان على مسافة بين مركزيهما تساوى (0.5 m) احسب قوة الجاذبية المتبادلة بينهما واكتب التعليق المناسب .

الحل

من قانون الجذب العام فان قوة الجذب تساوى :

$$F = G\frac{Mm}{r^2} = \frac{(6.67\times10^{-11})(7.3)^2}{(0.5)^2} = 1.4\times10^{-8}\,N$$

فى هذا المثال نلاحظ أن قوة الجذب المتبادلة بين الكرتين صغيرة جداً وتعادل وزن حبة رمل من رمال الشاطئ وبذلك لا نشعر بها .

****

مجال الجاذبية

- **تعريفه :** هو الحيز الذى تظهر فيه قوى الجاذبية .
- ينص قانون الجذب العام على أن قوى الجاذبية بين جسمين تتناسب عكسياً مع مربع البعد بين مركزى الجسمين ، وبالتالى فإن قوى الجاذبية تتناقص كلما زاد البعد بين الجسمين حتى يصل البعد بين مركزيهما الى مسافة يتلاشى عندها قوى التجاذب بينهما ، وخلال هذه المسافة يوجد حيز تظهر فيه قوى الجاذبية ويطلق على هذا الحيز مجال الجاذبية .

شدة مجال الجاذبية الارضية (g)

- هى قوة جذب الارض لكتلة تساوى 1kg و تساوى عددياً عجلة الجاذبية الأرضية ويرمز لها بالرمز g .
- يمكن تعيين شدة مجال الجاذبية الارضية عند نقطة من العلاقة $g = \frac{GM}{r^2}$

حيث : M كتلة الأرض $M = 5.98\times10^{24}kg$

R نصف قطر الكرة الأرضية = 6378 km

h البعد عن سطح الأرض

- إذا كان الجسم على ارتفاع h فوق سطح الأرض :	$g = \frac{GM}{(r+h)^2}$
- إذا كان الجسم على عمق h تحت سطح الأرض :	$g = \frac{GM}{(r-h)^2}$
- للمقارنة بين عجلتي الجاذبية لكوكبين :	$\frac{g_1}{g_2} = \frac{M_1 R_2^{\,2}}{M_2 R_1^{\,2}}$

- تتوقف عجلة الجاذبية الأرضية على الارتفاع عن سطح الأرض حيث تتناسب عجلة الجاذبية الأرضية عكسياً مع ارتفاع الجسم عن الأرض حيث G , M ثوابت .

أمثلة محلولة

(١) منجم على عمق 500 m من سطح الأرض ، احسب عجلة الجاذبية عند قاع المنجم إذا علمت أن R= 6360 km ، $G = 6.67\times10^{-11} N.m^2/kg^2$ ، $M = 5.98\times10^{24}$ kg .

الحل

$$g = \frac{GM}{(r-h)^2} = \frac{6.67\times10^{-11}\times5.98\times10^{24}}{(6360\times10^3-500)^2} = 9.86 m/s^2$$

****

(٢) كوكب كتلته ضعف كتلة الأرض وقطره ضعف قطر الأرض ، احسب النسبة بين عجلة الجاذبية على سطح هذا الكوكب الى عجلة الجاذبية الأرضية .

الحل

$M_1 = 2M_e$

$R_1 = 2R_e$

$$\frac{g_1}{g_2} = \frac{M_1 R_2^2}{M_2 R_1^2} = \frac{2M_e R_e^2}{M_e\times4R_e^2} = \frac{1}{2}$$

****

فكرة الأقمار الصناعية

- فى 4 من أكتوبر 1957 م على تم إرسال قمر صناعي (سبوتنيك) الى الفضاء كأول تابع فضائي للأرض .
- يعتبر (إسحاق نيوتن) أول من شرح الأساس العلمى لإطلاق الأقمار الصناعية ، حيث تصور أنه عند إطلاق قذيفة مدفع :

(١) فى مستوى أفقى من قمة جبل :

فإنها ستسقط سقوطاً حراً عند نقطة أبعد وتتخذ مساراً منحنياً ناحية الأرض .

(٢) إذا زادت سرعة القذف :

فإنها ستصل الأرض عند نقطة أبعد وتتبع مساراً أقل انحناء .

(٣) عند تساوى انحناء مسار القذيفة مع انحناء سطح الأرض:

فإنها ستدور فى مسار ثابت وتصبح تابعاً للأرض وتشبه فى دورانها حول الأرض دوران القمر الطبيعى حولها ، لذلك يطلق عليها اسم القمر الصناعى .

> **القمر الصناعى**
>
> **هو جسم يطلق بسرعة معينة تجعله يدور فى مسار منحنى شبه دائرى بحيث يظل بعده عن سطح الأرض ثابتاً**

> **السرعة المدارية للقمر الصناعى**
>
> **هى السرعة التى تجعل القمر الصناعى يدور فى مسار منحنى شبه دائرى بحيث يظل بعده عن سطح الأرض ثابتاً.**

ما معنى قولنا أن السرعة المدارية لقمر صناعى = 7000 m/s

معنى ذلك أن السرعة اللازم إكسابها للقمر الصناعى حتى يدور فى مداره حول الارض = 7000 m/s

استنتاج السرعة المدارية للقمر الصناعى

بفرض أن هناك قمراً صناعياً كتلته (m) يتحرك بسرعة ثابتة (v) فى مدار دائرى نصف قطره (r) حول الأرض التى كتلتها (M) فإن قوة التجاذب بين القمر والأرض تكون عمودية على حركة القمر وتعمل على حركته فى مداره الدائرى. **أى أن :** قوة التجاذب بين القمر والأرض هى نفسها القوة الجاذبة المركزية .

$$F = m\frac{V^2}{r} = G\frac{Mm}{r^2}$$

$$V^2 = G\frac{M}{r} \quad \Rightarrow \quad V = \sqrt{G\frac{M}{r}}$$

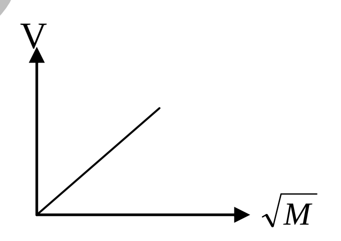
وإذا كان الارتفاع الذى أطلق منه القمر الصناعى للفضاء هو (h) فان r = R + h **أى أن**

$$h = r - R$$

العوامل التى يتوقف عليها السرعة المدارية للقمر الصناعى

❶ كتلة الكوكب الذى يدور فيه

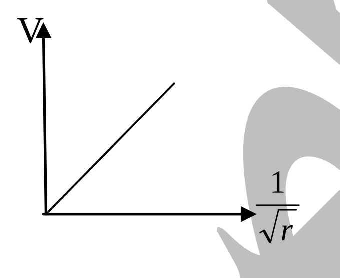
تتناسب السرعة المدارية للقمر الصناعى طردياً مع الجذر التربيعى لكتلة الكوكب الذى يدور حوله عند ثبوت نصف قطر المدار



$$\text{Slope} = \frac{V}{\sqrt{M}} = \sqrt{\frac{G}{r}}$$

❷ نصف قطر الدوران

تتناسب السرعة المدارية للقمر الصناعى عكسياً مع الجذر التربيعى لنصف قطر المدار على نفس الكوكب



$$\text{Slope} = \frac{V}{\frac{1}{\sqrt{r}}} = V\sqrt{r} = \sqrt{GM}$$

ملحوظة هامة

١- لا تتوقف سرعة القمر الصناعى فى مداره على كتلته .
٢- كلما زادت كتلة القمر الصناعى المراد إرساله للفضاء احتجنا الى صاروخ أكثر قدره ليقذفه بعيداً فى الفضاء ليكتسب السرعة اللازمة لدورانه حول الأرض .

زمن الدورة الكاملة للقمر الصناعى

هو الزمن الذى يستغرقه القمر الصناعى للإتمام دورة كاملة حول الأرض .

$$\text{زمن الدورة (T)} = \frac{\text{طول المحيط (طول المسار الدائرى)}}{\text{السرعة}} = \frac{2\pi r}{V}$$

أنواع الأقمار الصناعية

➊**أقمار الاتصالات** تسمح بالنقل التلفزيوني والإذاعي والهاتفي من والى أى مكان على سطح الأرض ، و تحديد الموقع باستخدام برنامج GPS ، ورؤية الأماكن من الفضاء باستخدام برنامج جوجل إيرث

➋**الأقمار الفلكية** عبارة عن تلسكوبات هائلة الحجم تسبح فى الفضاء تستطيع تصوير الفضاء بدقة

➌**أقمار الاستشعار عن بعد** تستخدم فى دراسة ومراقبة الطيور المهاجرة ، و تحديد المصادر المعدنية وتوزيعها ، و مراقبة المحاصيل الزراعية لحمايتها من مخاطر الطقس ، ودراسة شكل الأعاصير

➍**أقمار الاستطلاع والتجسس** أقمار صناعية مهمتها توفير المعلومات التى تحتاجها القيادات السياسية والعسكرية لاتخاذ القرار وإدارة الحرب

م	ماذا يحدث عند	الإجابة
١	توقف القمر الصناعى وأصبحت سرعته صفراً	يتحرك فى خط مستقيم نحو الأرض ويسقط على سطحها .
٢	انعدمت قوة الجاذبية بين الأرض والقمر الصناعى	يتحرك القمر الصناعى فى خط مستقيم باتجاه المماس للمسار الدائرى مبتعداً عن الأرض

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	يستمر دوران القمر الصناعى حول الأرض رغم تأثره بالجاذبية الأرضية / لا يسقط القمر الصناعى حول الأرض / السرعة المدارية تحفظ القمر الصناعى على نفس الارتفاع	لان القوة الجاذبة المركزية المؤثرة عليه تجعله يتحرك فى مسار دائرى ولا تغير من قيمة السرعة فيستمر فى دورانه حول الأرض على نفس الارتفاع .
٢	تتوقف السرعة المدارية للقمر الصناعى على نصف قطر مداره فقط.	لان السرعة المدارية تتعين من العلاقة $V = \sqrt{G\frac{M}{r}}$ وحيث أن G , M كميات ثابتة فإن السرعة المدارية للقمر الصناعى تتوقف على الجذر التربيعى لنصف قطر المدار فقط
٣	تساوى السرعة المدارية لقمرين صناعيين مختلفين فى الكتلة.	لان السرعة المدارية للقمر الصناعى لا تعتمد على كتلته بل تعتمد على كتلة الكوكب الذى يدور حوله والبعد عن مركزه .
٤	لا يحدث تصادم للأقمار الصناعية فى الفضاء الخارجى	لان لكل قمر مدار خاص به يدور فيه حول الأرض وتكون هذه الأقمار على ارتفاع ثابت بالنسبة للأرض .

أمثلة محلولة

(١) يدور القمر حول الأرض فى مسار دائرى نصف قطره $3.85\times10^{5}km$ ويكمل دورة كاملة خلال 27.3 يوم احسب كتلة الأرض ($G = 6.67\times10^{-11}N.m^{2}/kg^{2}$).

الحل

$$T = 27.3\times24\times60\times60 = 2.36\times10^{6}s$$

$$V = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\times3.14\times3.85\times10^{5}\times10^{3}}{2.36\times10^{6}} = 1025m/s$$

$$M = \frac{V^{2}r}{G} = \frac{(1025)2\times3.85\times10^{5}\times10^{3}}{6.67\times10^{-11}} = 6\times10^{24}kg$$

****

(٢) قمر صناعي يدور حول الأرض فى مدار شبه دائرى على ارتفاع 940 km من سطح الأرض أحسب السرعة المدارية والزمن اللازم لكى يصنع دورة كاملة حول الأرض علماً بان : $G = 6.67\times10^{-11}N.m^{2}/kg^{2}$ ، $M = 6\times10^{24}kg$ ، R = 6360 km

الحل

r = R + h = 6360 + 940 = 7300 km = 7300000 m

$$V = \sqrt{G\frac{M}{r}} = \sqrt{\frac{6.67\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{7.3\times10^{6}}} = 7.4\times10^{3}m/s$$

$$T = \frac{2\pi r}{V} = \frac{2\times3.14\times7.3\times10^{6}}{7.4\times10^{3}} = 6195s$$

****

(٣) قمر صناعي يتم دورته حول الأرض فى 94.4 min وطول مساره 43120 km احسب السرعة المدارية وارتفاع القمر عن سطح الأرض علماً بان R = 6360 km



$$V = \frac{2\pi r}{T} = \frac{43120\times10^{3}}{94.4\times60} = 7613m/s$$

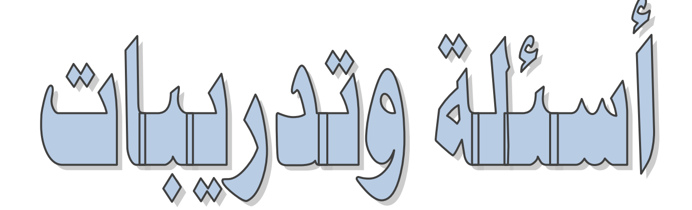
$$2\pi r = 43120\times10^{3}$$

$$r = \frac{43120\times10^{3}}{2\times3.14} = 6.68\times10^{6}m = 6860km$$

$$r = R + h$$

$$h = r - R = 6860 - 6360 = 500km$$

****



س١ : اكتب المصطلح العلمى لكل من :

١) كل جسم مادي فى الكون يجذب أى جسم أخر بقوة تتناسب طردياً مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسياً مع مربع البعد بين مركزيهما .
٢) قوة الجذب بين جسمين كتلة كل منهما 1 kg والمسافة بين مركزيهما 1 m .
٣) الحيز الذى تظهر فيه قوى الجاذبية .
٤) قوة جذب الأرض لكتلة 1 kg .
٥) السرعة التى تجعل القمر الصناعى يدور فى مسار منحنى شبه دائرى بحيث يظل بعده عن سطح الأرض ثابتاً .
٦) تلسكوبات هائلة الحجم تسبح فى الفضاء وتستطيع تصوير الفضاء بدقة .
٧) الزمن الذى يستغرقه القمر الصناعى لإتمام دورة كاملة حول الأرض .
٨) أقمار تسمح بالنقل التلفزيوني والإذاعي والهاتفي من والى أى مكان على سطح الأرض .
٩) أقمار تستخدم فى دراسة ومراقبة الطيور المهاجرة وتشكل الأعاصير .
١٠) أقمار صناعية مهمتها توفير المعلومات التى تحتاجها القيادات السياسية والعسكرية لاتخاذ القرار وإدارة الحرب .

س٢ : ما المقصود بكل من :

١- قانون الجذب العام .
٢- مجال الجاذبية .
٣- ثابت الجذب العام .
٤- شدة مجال الجاذبية .
٥- القمر الصناعى .
٦- الأقمار الفلكية .
٧- السرعة المدارية .
٨- أقمار الاتصالات .

س٣ : علل لما يأتى :

١) تظهر قوة التجاذب المادى واضحة بين الأجرام السماوية .
٢) لا تظهر قوة التجاذب المادى بوضوح بين شخصين يقفان على بعد عدة أمتار من بعضهما .
٣) تزداد قوة التجاذب بين كتلتين كلما اقتربنا من بعضهما .
٤) تزداد قوة التجاذب بين كتلتين الى أربعة أمثال قيمتها إذا قلت المسافة بينهما الى النصف .
٥) يستمر دوران القمر الصناعى حول الأرض رغم تأثره بالجاذبية الأرضية .
٦) لا يسقط القمر الصناعى على الأرض .
٧) السرعة المدارية تحفظ القمر الصناعى على نفس الارتفاع .
٨) تتوقف السرعة المدارية للقمر الصناعى على نصف قطر مداره فقط .
٩) السرعة المدارية لقمر صناعي كتلته 6×10^3kg لا تساوى السرعة المدارية لقمر أخر كتلته 3×10^3 .
١٠) للأقمار الصناعية دور كبير فى تغيير شكل الحياة على سطح الأرض .
١١) أهمية الأقمار الصناعية .

س٤ : اكتب العلاقة الرياضية التى تعبر عن :

١- قانون الجذب العام .
٢- شدة مجال الجاذبية الأرضية
٣- السرعة المدارية لقمر صناعي يدور حول كوكب ما .
٤- الزمن الدورة لقمر صناعي



س٥ : أختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة :

١) 📖إذا كانت المسافة بين مركزى كرتين متماثلتين 1 m ، وكانت قوة التجاذب بينهما تساوى 1 N فان كتلة كل منهما تساوى ....
$(0.1kg - 1kg - 2\times10^5 kg - 1.22\times10^5 kg)$

٢) 📖قمران صناعيان A , B يدوران حول الأرض ولهما زمن دورى واحد فإذا كان نصف قطر مدار A يساوى أربعة أمثال نصف قطر مدار B فان النسبة بين سرعة A الى سرعة B تساوى ....
(1 : 4 – 1 : 2 – 4 : 1 – 2 : 1)

٣) 📖السرعة اللازمة ليدور القمر الصناع حول الكوكب تعتمد على ....
(كتلته فقط – كتلة الكوكب فقط – كتلة الكوكب والبعد بينهما – مقدار ثابت)

٤) 📖السرعة اللازمة لدوران الأرض حول الشمس تعتمد على ....
(كتلته فقط – كتلة الكوكب فقط – كتلة الكوكب والبعد بينهما – مقدار ثابت)

٥) 📖إذا تضاعفت المسافة بين مركزى جسمين وبقيت كتلتيهما ثابتتين فان قوة التجاذب بينهما ....
(تتضاعف – تصبح نصف قيمتها – تصبح ربع قيمتها – تصبح أربعة أضعاف قيمتها)

٦) ✍عجلة الجاذبية الأرضية ....
(ثابت كوني – متغيرة حسب ارتفاع عن سطح الأرض – تختلف باختلاف فصول السنة – متغيرة حسب بعد الأرض عن الشمس)

٧) ✍النسبة بين ثابت الجذب العام على سطح الأرض الى ثابت الجذب العام على سطح القمر .... الواحد الصحيح
(أقل من – أكبر من – تساوى)

٨) ✍سرعة قمر صناعى يدور حول الأرض تتوقف على ما يأتى ماعدا..............
(كتلة الأرض – كتلة القمر – ارتفاع القمر عن سطح الأرض – عجلة الجاذبية الأرضية)

٩) ✍إذا قلت المسافة بين كتلتين ماديتين الى النصف فان قوة التجاذب لمادي بينهما ....
(تزداد للضعف – تزداد الى أربعة أمثالها – تقل الى النصف – تظل ثابتة)

١٠) قوة التجاذب المادى بين جسمين ماديين فى الكون تتناسب طردياً مع ....
(مربع سرعتيهما – حاصل ضرب كتلتيهما – مربع المسافة بينهما – البعد بين مركزيهما)

١١) وحدة قياس ثابت الجذب العام .... (N.m² – N/m² – N. m²/ kg² – N.m² . kg²)

١٢) تظهر قوة التجاذب بين القمر والأرض بسبب............
(صغر كتلة كل منهما – كبر كتلة كل منهما – لا توجد إجابة صحيحة)

١٣) تتوقف السرعة المدارية لقمر صناعى على (كتلته فقط – نصف قطر مساره فقط – لا توجد أجابة صحيحة)

١٤) جسمان فى الفراغ كتلتيهما m_1, m_2 والمسافة بينهما (r) فإذا زادت كتلة الأول للضعف وزادت المسافة بينهما للضعف فان قوة الجذب المتبادلة بينهما ....
(لا تتغير – تزداد للضعف – تقل للنصف – تصبح أربعة أمثالها – تقل الى ربع قيمتها)

١٥) قمر صناعى يدور حول الأرض فى مدار شبه دائرى انفصلت منه نص كتلته فان السرعة المدارية له ....
(تقل للنصف – تقل للربع – تظل ثابتة)

١٦) إذا كانت قوة بين جسمين هى G فإذا زادات كتلة كل منها الى أربعة أمثال وقلت المسافة بينهما الى النصف فان قوة الجذب تصبح ....
(128 G – 64 G – 32 G – 16 G)

١٧) إذا زادت المسافة بين كتلتين للضعف فان قوة الجذب المادى بينهما ......
(تزداد للضعف - تقل للربع - تقل للنصف - تزداد لأربع أمثالها)

١٨) تزداد قوة الجذب بين جسمين بزيادة .... (المسافة بينهما – كتلة كل منهما – الاثنين معاً)

١٩) عند ثبوت كتلتي جسمين ونقص المسافة بينهما للثلث فان قوة التجاذب بينهما ......
(تزداد لثلاث أمثال – تقل للثلث – تظل ثابتة – تزداد لتسعة أمثال)

٢٠) تتناسب قوة التجاذب المادى بين جسمين عكسياً مع.....
(كتلة احد الجسمين - حاصل ضرب كتلة الجسمين - مربع المسافة بينهما)

س٦ : ما العوامل التى يتوقف عليها كل مما يأتى مع ذكر القانون وعلاقة التناسب :

١- ✍قوة التجاذب المادى بين جسمين .
٢- ✍سرعة قمر صناعي أثناء حركته حول كوكب .

س٧ : ما معنى قولنا أن :

١- ثابت الجذب العام = $6.67\times10^{-11} N.m^2/kg^2$
٢- السرعة المدارية للقمر الصناعى = 660000 m/s .
٣- شدة مجال جاذبية الأرض = 70 N/kg .
٤- زيادة المسافة بين جسمين الى الضعف (بالنسبة لقوى التجاذب المادى)
٥- نقص كتلة احد الجسمين الى النصف وزيادة المسافة بينهما للضعف (بالنسبة لقوى التجاذب المادى).
٦- زيادة نصف قطر مدار القمر الصناعى الى الضعف (بالنسبة لشدة المجال).
٧- نقص الارتفاع عن سطح الكوكب (بالنسبة للسرعة المدارية للقمر الصناعى)
٨- توقف القمر الصناعى وأصبحت سرعته = صفر .
٩- انعدام قوة الجاذبية بين الأرض والقمر الصناعى .

س٨ : ماذا يحدث فى الحالات الآتية :

١) 📖توقف القمر الصناعى وأصبحت سرعته = صفر .
٢) 📖انعدام الجاذبية بين الأرض والقمر الصناعى .
٣) زيادة المسافة بين جسمين الى الضعف (بالنسبة لقوى التجاذب المادى)
٤) نقص كتلة أحد الجسمين الى النصف وزيادة المسافة بينهما للضعف (بالنسبة لقوى التجاذب المادى)
٥) زيادة نصف قطر مدار القمر الصناعى الى الضعف (بالنسبة لشدة مجال الجاذبية) .
٦) نقص الارتفاع عن سطح الكوكب (بالنسبة للسرعة المدارية للقمر الصناعى) .

س٩ : أسئلة متنوعة :

١- 📖اذكر الأساس العلمي لإطلاق القمر الصناعى فى الفضاء .
٢- 📖 أى نقطة من سطح الأرض يكون لها اكبر سرعة خطية بالنسبة لمحور دوران الأرض ؟
هل النقطة عند خط الاستواء أو تلك التى تقع عند مدارى الجدي والسرطان ؟
٣- ✍استنتج السرعة المدارية للقمر الصناعى .
٤- متى يتساوى عدديا ً قوة التجاذب المادى بين جسمين مع ثابت الجذب العام ؟

س١٠ :١- مسائل عامة للتدريب

(١) كرتان كتلتاهما 7 kg , 5 kg والمسافة بين مركزيهما 0.3 m أحسب قوة الجذب بين الكرتين إذا علمت أن ثابت الجذب العام $6.67\times10^{-11} N.m^2/kg^2$.

****

(٢) كرتان متساويتان فى الكتلة المسافة بين مركزيهما 0.2 m وكانت قوة الجذب المادى بينهما 1600 G حيث (G) هى ثابت الجذب العام ، فأوجد كتلة كل من الكرتين .

****

(٣) قمر صناعى يدور حول الأرض فى مدار دائرى تقريبا ً على ارتفاع 310 km من سطح الأرض ما مقدار سرعته ؟ إذا كانت كتلة الأرض $6\times10^{24} kg$ وثابت الجذب العام $6.67\times10^{-11} N.m^2/kg^2$ ونصف قطر الأرض 6360 km .

****

(٤) كوكب كتلته أربعة أمثال كتلة الأرض وقطره ضعف قطر الأرض ، احسب وزن جسم عل سطحه أذا كان وزن الجسم على سطح الأرض 150 N [150 N]

****

(٥) قمر صناعى طول مساره الدائرى 48384 km وزمنه الدوري 96 دقيقة يدور حول الأرض علما ً بان نصف قطر الأرض 6400 km وعجلة السقوط الحر 9.8 m/s² أحسب السرعة المدارية وارتفاع القمر عن سطح الأرض .

(٦) قمران صناعيان يدوران حول الأرض بسرعة واحدة فإذا كان نصف قطر الأرض (r) km وارتفاع الأول (0.2 r) km وارتفاع الثانى (0.4 r) km أحسب النسبة بين الزمنين الدوريين لهما .

****

(٧) أحسب النسبة بين عجلة الجاذبية على سطح القمر الى عجلة الجاذبية على سطح الأرض إذا علمت أن كتلة الأرض $5.976\times10^{24}kg$ ونصف قطرها $6.4\times10^{6}m$ وكتلة القمر $7.35\times10^{22}kg$ ونصف قطره $1.74\times10^{6}m$. [1:6]

****

(٨) كوكب له نفس كتلة الأرض ولكن نصف قطره ضعف نصف قطر الأرض فما وزن جسم على سطح هذا الكوكب إذا كان وزنه على سطح الأرض 100 N . [25 N]

****

(٩) أحسب كتلة الأرض إذا علمت أن عجلة الجاذبية الأرضية 9.8m/s² وثابت الجذب العام $6.67\times10^{-11}N.m^2/kg^2$ ونصف قطر الأرض $6.36\times10^{6}m$. [5.94×10^{24} kg]

****

(١٠) أحسب قوة التجاذب المادى بين الشمس وكوكب المشترى علماً بأن ثابت الجذب العام $6.67\times10^{-11}N.m^2/kg^2$ ، وكتلة الشمس $1.989\times10^{30}kg$ ، كتلة المشترى $1.898\times10^{27}kg$ ، متوسط نصف قطر مدار المشترى حول الشمس $7.786\times10^{11}m$. [4.15×10^{23} kg]

****

س١٠ : ٢- مسائل الكتاب المدرسى :

(١) إذا كان كتلة كوكب عطارد $3.3\times10^{6}kg$ ونصف قطره $2.439\times10^{6}m$ فكم يكون وزن كتلة 65 kg على سطحه وكم يكون وزن نفس الحجم على سطح الكرة الأرضية ؟ (علماً بأن ثابت الجذب العام $6.67\times10^{-11}N.m^2/kg^2$ ، عجلة الجاذبية الأرضية 9.8 m/s²) [240.5 N , 637 N]

****

(٢) قمر صناعى يدور فى مسار دائرى على ارتفاع 300 km من سطح الأرض ، اوجد سرعته فى مداره ، وزمن دورة القمر الصناعى حول الأرض (الزمن الدوري) وقيمة العجلة المركزية أثناء حركته . (علماً بأن نصف قطر الأرض 6378 km ، عجلة الجاذبية الأرضية عند سطح الأرض 9.8 m/s²)

[8.09×10^{3} m/s , 5.19×10^{3} s , 9.8 m/s²]

****

(٣) على أى ارتفاع من سطح الأرض يجب أن يدور قمر صناعى ، بحيث يكون زمن دورانه حول الأرض مساوياً لزمن دوران الأرض حول محورها بافتراض أن يوم الأرض 24h . (علماً بأن $R=6378km, M_e=5.98\times10^{24}kg, G=6.67\times10^{-11}Nm^2/kg^2$) [35886.76 km]

س١٠ : ٣- مسائل امتحانات :

(١) كرتان متساويتان فى الكتلة والمسافة بين مركزيهما 0.2 m وقوة الجذب بينهما $6.67\times10^{-9}N$ أحسب كتلة كل من الكرتين علماً بان ($G=6.67\times10^{-11}N.m^2/kg^2$) .

****

(٢) كوكب كتلته 5 مرات كتلة الأرض وقطره 5 مرات قطر الأرض ، أحسب النسبة بين عجلة الجاذبية على سطح الأرض الى عجلة الجاذبية على سطح الكوكب . [5 : 1]

****

(٣) كوكب كتلته $5.9\times10^{27}kg$ ، إذا كانت العلاقة بين كتلة كوكب (m) على سطح هذا الكوكب وقوة الجذب المتبادلة بينهما (F) كما فى الجدول التالى : (أ) ارسم العلاقة بين (F) على المحور الرأسي ، (m) على المحور الأفقى .

(ب) من الرسم أوجد : ١- قيمة A,B ٢- نصف قطر هذا الكوكب . (إذا علمت أن ($G=6.67\times10^{-11}N.m^2/kg^2$) .

F (N)	40	80	120	160	A	240	280
m (kg)	5	10	15	20	25	30	B

[200N , 35kg , 7013.65 km]

الفصل الأول

الشغل والطاقة

المعنى الفيزيائى للشغل	لكى تبذل شغلاً ما على جسم فلابد و أن يتحرك الجسم إزاحة ما كنتيجة لقوتك إذا لم يتحرك الجسم فإنك لم تبذل شغلاً مهما كان مقدار القوة التى بذلتها .
تعريف الشغل	(١) هو حاصل ضرب القوة فى الإزاحة فى اتجاه خط عمل القوة . (٢) هو حاصل الضرب القياسى لمتجهي الإزاحة والقوة .
شروط حدوث الشغل	(١) وجود قوة مؤثرة . (٢) حدوث إزاحة فى نفس اتجاه عمل القوة .
أمثلة	١) الشخص الذى يدفع العربة للأمام يبذل شغلاً . (٢) الشخص الذى يرفع ثقل لأعلى يبذل شغلاً . (٣) عندما يحاول شخص دفع سيارة معطلة ولم يحركها فانه لا يبذل شغلاً . (٤) الشخص الذى يدفع الحائط لا يبذل شغلاً . (٥)السيدة التى تحمل طفلها وتسير به مسافة أفقية لا تبذل شغلاً .
قانون الشغل	الشغل = القوة × الإزاحة $W = F \times d$ وإذا كان اتجاه القوة يميل على اتجاه الإزاحة بزاوية (θ) فإن : $W = F\,d \cos\theta$
وحدة قياس الشغل	يقاس الشغل بوحدة الجول نسبة الى العالم جيمس جول ($Joule = N.m = kg\,.\,m^2/s^2$) **الجول** : هو الشغل المبذول بواسطة قوة مقدارها نيوتن واحد لتحرك جسماً إزاحة مقدارها متر واحد فى اتجاه القوة .
معادلة أبعاد الشغل	ML^2T^{-2}

علل **الشغل كمية قياسية (غير متجهة)**

لأنه حاصل ضرب لكميتين متجهتين و هما القوة والإزاحة.
فمثلاً : الشغل المبذول لدفع عربة للأمام مسافة 8 m هو نفسه الشغل المبذول لدفع العربة للخلف مسافة 8m ولا يهم فى اتجاه تسير العربة

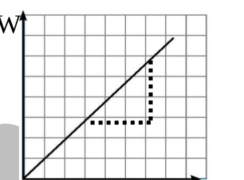
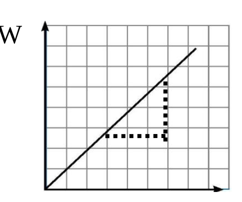
علماء أفادوا البشرية (جيمس جول ١٨١٨ - ١٨٨٩ م)

هو عالم انجليزي كان من أوائل من أدركوا أن الشغل يولد حرارة ، ففى أحدى تجاربه وجد أن درجة حرارة الماء فى أسفل الشلال أكبر منها فى أعلى الشلال مما يثبت أن بعضاً من طاقة المياه الساقطة تتحول الى حرارة .

س : ما معنى قولنا أن : الشغل المبذول لتحريك جسم 25 J ؟

ج : أى انه إذا أثرت قوة مقدارها 25 N على الجسم فإنه يتحرك إزاحة مقدارها 1 m فى اتجاه القوة .

العوامل التى يتوقف عليها الشغل

(١) القوة المؤثرة :	(٢) الإزاحة :	(٣) الزاوية بين القوة والإزاحة
يتناسب الشغل طردياً مع القوة عند ثبوت الإزاحة والزاوية بين القوة والإزاحة .  $slope = \frac{W}{F} = d\cos\theta$	يتناسب الشغل طردياً مع الإزاحة عند ثبوت القوة والزاوية بين القوة والإزاحة .  $slope = \frac{W}{d} = F\cos\theta$	يتناسب الشغل طردياً مع جيب تمام الزاوية بين القوة والإزاحة عند ثبوت القوة والإزاحة. W / Cos θ $slope = \frac{W}{\cos\theta} = Fd$

تأثير زاوية الميل على قيمة الشغل المبذول

قيمة الزاوية	الشغل المبذول	القانون	أمثلة
$(\theta = 0)$ F d	الشغل قيمة موجبة عندما يكون اتجاه القوة فى نفس اتجاه الإزاحة	$W = F\,d\cos\theta = F\,d$	شخص يسحب جسم ويتحرك به مسافة . F d
$(0 < \theta < 90^\circ)$ F d	الشغل قيمة موجبة لان الشخص هو الذى يبذل الشغل	$W = F\,d\cos\theta = +W$	شخص يسحب جسم كما بالشكل . F d
$(\theta = 90^\circ)$ F d	ينعدم الشغل المبذول عندما يكون اتجاه القوة عمودي على اتجاه الإزاحة .	$W = F\,d\cos 90 = 0$	شخص يحمل جسم ويسير به مسافة أفقية حيث يكون اتجاه الحركة الأفقية للشخص عمودي على اتجاه القوة المؤثرة على الدلو والتى تتزن مع قوة جذب الأرض له (وزنه) . اتجاه الحركة
$(180 < \theta < 90^\circ)$ F d	الشغل قيمة سالبة لان الجسم هو الذى يبذل شغل على الشخص .	$W = F\,d\cos\theta = -W$	شخص يحاول سحب جسم ، وهو يتحرك عكس اتجاه القوة . F d
$(\theta = 180^\circ)$ F d	الشغل قيمة عظمة سالبة إذا كان اتجاه القوة فى عكس اتجاه الإزاحة .	$W = F\,d\cos\theta = -F\,d$	الشغل المبذول من قوة فرامل السيارة ، والشغل المبذول من قوى الاحتكاك .

أمثلة محلولة

(١) عربة حديقة كتلتها 20 kg تتحرك تحت تأثير قوة شد مقدارها 50 N ، تصنع زاوية مقدارها ٦٠ ْ مع الأفقى فإذا تحركت العربة إزاحة مقدارها 4 m ، أحسب الشغل المبذول بواسطة القوة (مع إهمال قوة الاحتكاك) .

الحل

$$W = F\,d\cos\theta$$
$$= 50 \times 4 \times \cos 60 = 100\ J$$

****

(٢) أحسب الشغل الذى تبذله طفله تحمل دلواً كتلته 300 g وتتحرك به إزاحة مقدارها 10 m فى الاتجاه الأفقى ، ثم أحسب الشغل الذى يبذله طفل لرفع دلو له نفس الكتلة إزاحة مقدارها 10 cm فى الاتجاه الرأسي .

الحل

الشغل الذى تبذله الطفلة : بما أن القوة تكون عمودية على الإزاحة فان الشغل يساوى صفر .

الشغل الذى يبذله الطفل :

$$F = mg = \frac{300}{1000}\times 10 = 3J$$

$$W = F\,d\cos\theta$$

بما أن القوة والإزاحة تكون فى نفس الاتجاه فان الزاوية (θ) تساوى صفر .

$$W = 3\times\frac{10}{100}\times\cos 0 = 0.3J$$

****

(٣) قوة مقدارها 100 N أثرت على جسم ساكن فأصبحت سرعته بعد 5 s تساوى 20 m/s ، احسب الشغل الذى تبذله هذه القوة .

الحل

$$a = \frac{V_f - V_i}{t} = \frac{20-0}{5} = \frac{20}{5} = 4m/s^2$$

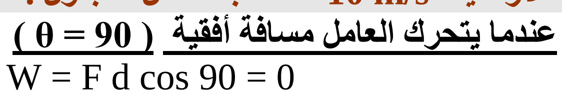
$$d = V_i t + \frac{1}{2}at^2 = (0\times 5) + \frac{1}{2}\times 4\times 25 = 50m$$

$$W = Fd = 100\times 50 = 5000J$$

****

(٤) عامل يحمل صندوقاً كتلته 40 kg تحرك مسافة أفقية 15 m ثم صعد سلماً طوله 20 m كما بالشكل فإذا كانت عجلة الجاذبية الأرضية 10 m/s² ، احسب الشغل المبذول .



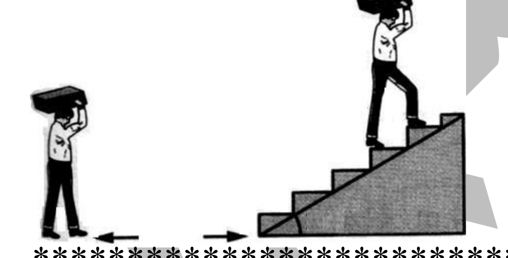


عندما يتحرك العامل مسافة أفقية (θ = 90)

$$W = F\,d\cos 90 = 0$$

عندما يصعد العامل السلم (θ = 60)

$$F = W = m\,g = 40 \times 10 = 400\ N$$
$$W = F\,d\cos\theta = 400 \times 20 \times \cos 60 = 4000\ J$$



****

حساب الشغل بيانياً

يمكن حساب الشغل بيانياً باستخدام منحنى (القوة — الإزاحة) :

— إذا أثرت قوة (F) ثابتة فى المقدار والاتجاه على جسم فسببت له أزاحة (d) فى نفس اتجاه القوة المؤثرة فأن (θ = 0) .

— عند تمثيل العلاقة بين (القوة — الإزاحة) بيانياً نحصل على خط مستقيم موازى لمحور الإزاحة .

— بما أن : الشغل = القوة × الإزاحة .

— إذاً : الشغل (بيانياً) = الطول × العرض

= المساحة تحت منحنى (القوة — الإزاحة)

F(N)

W

d(m)

مثال محلول

قوة أفقية تؤثر فى جسم يتغير مقدارها مع الازاحة المطلوبة كما بالشكل أحسب الشغل الذى تبذله القوة إذا تحرك الجسم أفقياً من الصفر إزاحة 7m

الحل

الشغل المبذول = المساحة تحت منحنى F , d

= مساحة المستطيل + مساحة المثلث

$W = (4 \times 10) + ½[(7 – 4) \times 10] = 40 + 15 = 55\ J$

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	**القوة الجاذبة المركزية لا تبذل شغلاً .**	لأنها تكون عمودية دائماً على اتجاه الحركة .
٢	**لا يبذل الإلكترون شغلاً أثناء دورانه حول النواة.**	لأنه يتحرك فى مسار دائرى تحت تأثير قوة جاذبة مركزية تؤثر فى اتجاه عمودى .
٣	**لا يستهلك القمر الصناعى وقود أثناء دورانه حول الأرض فى مسار دائرى .**	لان القوة الجاذبة المركزية تكون عمودية دائماً على اتجاه الحركة فلا تبذل شغلاً .
٤	**عندما يحمل شخص جسماً ويتحرك به أفقياً فانه لا يبذل شغلاً .**	لان اتجاه الحركة يكون عمودي على اتجاه القوة المؤثرة (قوة جذب الأرض).
٥	**الشغل الذى تبذله قوة يكون أكبر ما يمكن إذا تحرك الجسم فى اتجاه القوة.**	لأنه فى هذه الحالة تكون : $\theta = 0$ ، $\cos\theta = 1$ وهى أكبر قيمة لجيب التمام ويكون الشغل = $F\ d$ أكبر ما يمكن .
٦	**إذا تحرك جسم فى اتجاه عمودى على اتجاه القوة فان هذه القوة لا تبذل شغلاً .**	لان فى هذه الحالة تكون : $\theta = 90$, $\cos 90 = 0$ فيكون $W = 0$.
٧	**إذا أثر شخص بقوة عل جسم ولم يحركه يكون الشغل المبذول يساوى صفر .**	لان $d = 0$ وبالتالى $W = 0$
٨	**أحياناً يكون الشغل المبذول سالب القيمة**	لأنه إذا كان تأثير القوة ضد حركة الجسم فان: $\theta = 180$ وبالتالى $\cos \theta = -1$ وبالتالى $W = -F\ d$
٩	**الشغل المبذول فى دفع عربة أطفال إلى الأمام أكبر منه فى حالة سحبها للخلف .**	لأنه فى حالة الدفع تعمل مركبة القوة ($F\sin\theta$) فى نفس اتجاه الوزن(W) فتزيد من قوى الاحتكاك وبالتالى يزداد الشغل اللازم لتحريك العربة بينما فى حالة السحب تعمل مركبة القوة ($F\sin\theta$) فى عكس اتجاه الوزن(W) فتقلل من قوى الاحتكاك وبالتالى يقل الشغل اللازم لتحريك العربة.
١٠	**يمكن جمع كل من الشغل والطاقة**	لان لهما نفس معادلة الأبعاد ووحدة القياس

م	ماذا يحدث فى الحالات الآتية	الإجابة
١	**تضاعفت القوة بالنسبة للشغل مع ثبوت المسافة**	يتضاعف الشغل .
٢	**تضاعفت القوة للضعف وتقل المسافة للنصف**	يثبت الشغل .
٣	**الزاوية بين اتجاه القوة والإزاحة = ٦٠°**	يكون الشغل = ½ النهاية العظمى .
٤	**القوة فى نفس اتجاه حركة الجسم.**	يكون الشغل موجب .
٥	**القوة عكس اتجاه حركة الجسم / الزاوية بين القوة والازاحة ١٨٠°**	يكون الشغل سالب .

الطاقة

— وحدة قياس الطاقة هى الجول (و هى نفس وحدة قياس الشغل) .
— للطاقة صورة متعددة ، سندرس منها فقط : طاقة الحركة (KE) . طاقة الوضع (PE)

الطاقة : هى القدرة على بذل شغل . أو هى إمكانية بذل شغل .

اولا : طاقة الحركة

— عند بذل شغل لتحريك جسم فإن هذا الشغل يكتسبه الجسم فى صورة طاقة الحركة .
— وحدة قياس طاقة الحركة هى الجول (J) .

طاقة الحركة : هى الطاقة التى يكتسبها الجسم نتيجة حركته ..

استنتاج طاقة الحركة لجسم

(١) إذا أثرت قوة (F) على جسم ساكن فتحرك بعجلة منتظمة (a) لتصل سرعته الى (V_f) بعد أن قطع إزاحة (d) فإن :

$$2ad = V_f^2 - V_i^2$$

(٢) و حيث أن الجسم بدأ الحركة من السكون فإن $V_i = 0$ إذا

$$2ad = V_f^2 \Rightarrow d = \frac{V_f^2}{2a}$$

(٣) بضرب الطرفين فى F :

$$Fd = F\frac{V_f^2}{2a} = \frac{1}{2}\frac{F}{a}V_f^2$$

(٤) من قانون نيوتن الثانى :

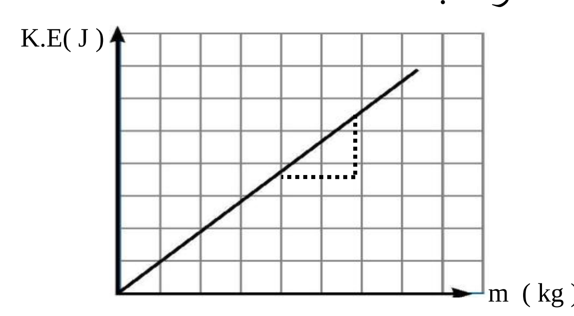
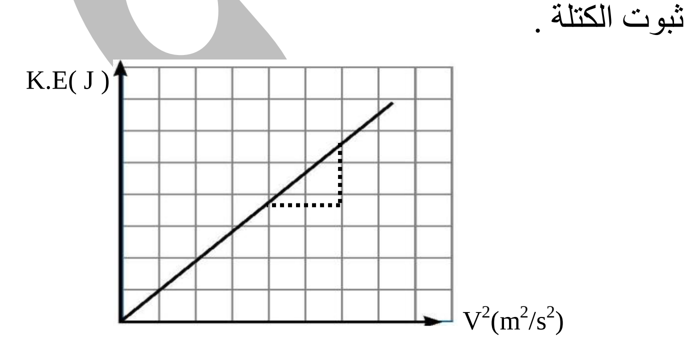
$$F = ma \quad ، \quad m = \frac{F}{a}$$

$$F\,d = \tfrac{1}{2} mV_f^2$$

وحيث أن الطرف الأيسر (F d) يمثل الشغل المبذول و هو الطاقة اللازمة لتحريك الجسم ،
والطرف الأيمن ($\frac{1}{2}mV_f^2$) يمثل الصورة التى تحول إليها الشغل المبذول و التى تسمى طاقة الحركة (KE)

$$KE = \tfrac{1}{2}\, m.\, V_f^2$$

العوامل التى تتوقف عليها طاقة الحركة

(١) كتلة الجسم:	(٢) سرعة الجسم:
تتناسب طاقة الحركة لجسم ما طردياً مع كتلته عند ثبوت السرعة .	تتناسب طاقة الحركة لجسم ما طردياً مع مربع سرعته عند ثبوت الكتلة .
	
$slope = \frac{KE}{m} = \frac{1}{2}V^2$	$slope = \frac{KE}{V^2} = \frac{1}{2}m$

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	طاقة الحركة لجسم كمية قياسية	لأنها ناتج حاصل ضرب كميتين قياسيتين هما كتلة الجسم ومقدار سرعته .
٢	طاقة حركة جسم ساكن تساوى صفر	لان الجسم الساكن سرعته تساوى صفر وبالتالى تكون طاقة الحركة $KE = \frac{1}{2} mV_f^2 = \frac{1}{2} m \times 0 = 0$

تعيين طاقة الحركة عملياً

الجهاز المستخدم

ركاب كتلته (m) يتحرك على وسادة هوائية مسافة معينة X بواسطة خيط مرن من المطاط مشدود بين قائمتين رأسيتين كما بالشكل :

خطوات التجربة

١- أجذب الركاب الى الخلف مسافة معينة بحيث يعمل الركاب على شد الخيط المرن .

٢- أترك الركاب حرا ً فيتحرك بسرعة معينة (v).

٣- عين سرعة الركاب باستخدام خلية كهروضوئية وساعة كهربية من العلاقة $V = \frac{X}{t}$.

٤- كرر الخطوات عدة مرات مع تغيير كتلة الركاب m وفى كل مرة عين سرعته v بشرط الا تتغير قيمة الشد فى الخيط المرن فى كل مرة حتى لا تتغير طاقة الوضع المختزنة فى الخيط .



٥- نرسم علاقة بيانية بين (v^2) على المحور الرأسي ، ومقلوب الكتلة $\frac{1}{m}$ على المحور الأفقى نحصل على خط مستقيم ويتضح أن : $v^2 \alpha \frac{1}{m}$



$$\text{Slope} = V^2 \div \frac{1}{m} = mV^2 = 2\ K.E$$

****

مثال محلول

أوجد طاقة حركة سيارة كتلتها 2000 kg تسير بسرعة 77 km/s

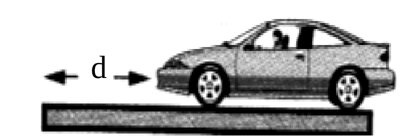
الحل

$$KE = \frac{1}{2} mV^2 = \frac{1}{2} \times 2000 \times (\frac{72 \times 1000}{60 \times 60})^2 = \frac{1}{2} \times 2000 \times (20)^2 = 4000 J$$

****

ملاحظة هامة

سيارة تتحرك بسرعة 30km/hr ، وعند الضغط على دواسة الفرامل فإنها تقطع مسافة (d) قبل أن تتوقف



نفس السيارة تتحرك بسرعة 60km/hr عند الضغط على دواسة الفرامل بنفس القوة فإنها تقطع مسافة (4d) قبل أن تتوقف حيث $Fd \alpha V^2$



****



مثال محلول

إذا تحركت سيارة بسرعة 30km/h وعند الضغط على دواسة الفرامل فإنها تنزلق مسافة 10m قبل التوقف فأحسب المسافة التى تنزلقها قبل التوقف إذا كانت السرعة ❶ 60km/h ❷ 120 km/h







الحل

$KE = \frac{1}{2} m V^2 = F d \quad >> \quad \therefore V^2 \propto d$

$$\therefore \frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{d_1}{d_2}$$

❶ $\therefore d_2 = 40\ m$ >>>> $\frac{30^2}{60^2} = \frac{10}{d_2}$

❷ $\therefore d_3 = 160\ m$ >>>> $\frac{30^2}{120} = \frac{10}{d_3}$

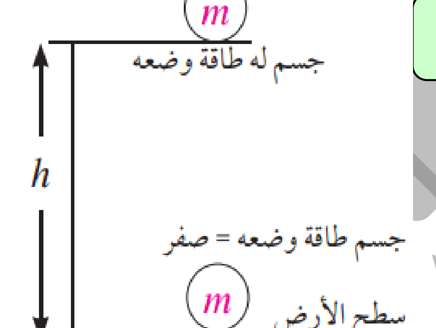
****

م	ماذا يحدث فى الحالات التالية	الإجابة
١	زيادة السرعة الى الضعف مع ثبوت الكتلة وطاقة الحركة	تزداد طاقة الحركة الى أربعة أمثالها لأنها تتناسب طردياً مع مربع السرعة .
٢	زيادة الكتلة الى الضعف وثبوت السرعة .	تزداد طاقة الحركة للضعف لأنها تتناسب طردياً مع الكتلة .
٣	نقص الكتلة الى أربعة أمثالها وزيادة السرعة للضعف .	ثبوت طاقة الحركة لأنها تتناسب طردياً مع الكتلة وعكسياً مع مربع المسافة .

ثانيا : طاقة الوضع

طاقة الوضع : هى الطاقة التى يختزنها الجسم نتيجة لتغير موضعه أو حالته .

— وحدة قياس طاقة الوضع هى الجول (J) .



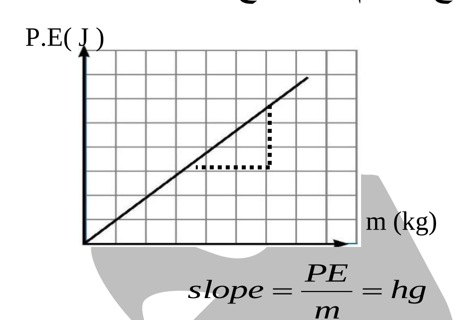
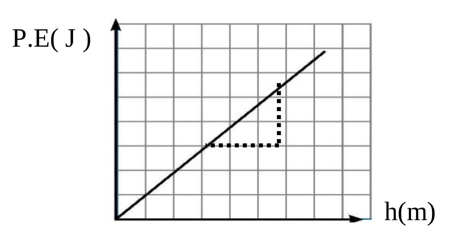
حساب طاقة الوضع :

(١) عند رفع جسم كتلته (m) مسافة رأسية (h) فان الشغل المبذول يتعين من العلاقة : $W = F h$

(٢) وحيث أن أقل قوة (F) لازمة لرفع الجسم لأعلى تساوى وزنه (m g) فإن : $F = w = mg$

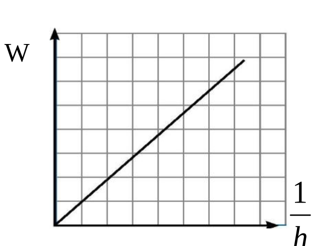
$$W = m g h$$

العوامل التى تتوقف عليها طاقة الوضع

(١) كتلة الجسم:	(٣) الارتفاع عن سطح الأرض:
تتناسب طاقة الوضع طردياً مع كتله عند ثبوت عجلة الجاذبية وارتفاع الجسم عن سطح الأرض  $slope = \frac{PE}{m} = hg$	تتناسب طاقة الوضع طردياً مع ارتفاعه عن سطح الأرض عند ثبوت الكتلة و عجلة الجاذبية .  $slope = \frac{P.E}{h} = mg = w$

العلاقة بين الوزن (W) و طاقة الوضع :

$$\text{slope} = \frac{W}{\frac{1}{h}} = Wh = P.E$$



أمثلة على طاقة الوضع

المثال	التوضيح	الرسم
طاقة الوضع المختزنة فى ملف زنبركي مشدود أو مضغوط (طاقة وضع مرنة) .	يبذل الزنبرك شغلاً حتى يتخلص من هذه الطاقة لكى يعود الى وضعه المستقر .	مشدود / مضغوط
طاقة الوضع المختزنة فى جسم مرفوع عن سطح الأرض (طاقة وضع تثاقلية)	ترتبط طاقة الوضع التثاقلية بوضع الأشياء بالنسبة لمجال الجاذبية .	
طاقة الوضع المختزنة فى خيط مطاطي مشدود(طاقة وضع مرنة)	يتحرك الخيط المطاطي المشدود عند إزالة القوة المؤثرة عليه .	
طاقة الوضع المختزنة فى الالكترونات داخل البطارية .	تتحرك الالكترونات عند توصيل البطارية بدائرة مغلقة	

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	**تزداد طاقة الوضع لجسم مقذوف رأسياً لأعلى .**	لان طاقة الوضع تتعين من العلاقة PE = mgh وبزيادة الارتفاع h تزداد طاقة الوضع .
٢	**طاقة وضع الماء أعلى الساقية أكبر من طاقة وضعها فى القاع**	لان ارتفاع الماء عند القاع صفر فتكون طاقة وضعه صفر
٤	**المستوى المائل يقلل القوة**	لأنه يزيد من الإزاحة للجسم .
٥	**عندما تصطدم كرة بنافذة زجاجية يمكن ان تنكسر النافذة**	لان الكرة تمتلك الطاقة أى لها القدرة على بذل الشغل .

م	ما معنى قولنا أن	الإجابة
١	**طاقة الحركة لجسم ما =** 50 J .	أى أن الطاقة التى يختزنها الجسم نتيجة لحركته = 50 J .
٢	**طاقة الوضع لجسم ما =** 50 J .	الطاقة التى يختزنها الجسم نتيجة تغيير موضعه = 50 J .
٣	**وزن جسم** 5 N **يتحرك مسافة لأعلى** 2 m .	طاقة الوضع = 10 J .
٤	**ميل المنحنى بين مربع السرعة ومقلوب الكتلة =** 100 J	طاقة الحركة = 50 J .

م	متى يكون القيم الأتيه = صفر	الإجابة
١	**الشغل = صفر .**	اتجاه القوة عمودي على اتجاه الإزاحة
٢	**طاقة الوضع = صفر .**	عند سطح الأرض .
٣	**طاقة الحركة = صفر .**	عند أقصى أرتفاع .

وجه المقارنة	طاقة الوضع	طاقة الحركة
التعريف	**هى الطاقة التى يختزنها الجسم نتيجة لتغير موضعه أو حالته**	**هى الطاقة التى يمتلكها الجسم نتيجة حركته**
القانون	**PE = m g h**	**KE = ½ m V²**
العوامل	**الكتلة — العجلة — المسافة الراسية .**	**الكتلة — مربع السرعة .**
وحدة القياس	**الجول**	**الجول**
عند سطح الأرض	**= صفر**	**أكبر ما يمكن**
عند أقصى ارتفاع	**أكبر ما يمكن**	**أقل ما يمكن**
معادلة الأبعاد	ML^2T^{-2}	ML^2T^{-2}

ملاحظات

١- وجه الشبه بين طاقتي الوضع والحركة : هى وحدة القياس ومعادلة الأبعاد .

٢- طاقة الوضع لشخص يصعد السلم لأعلى = طاقة الوضع لنفس الشخص يصعد فى المصعد .

وجه المقارنة	الجول	النيوتن
الكمية الفيزيائية المقاسة	الطاقة	القوة
الوحدة المكافئة	$J = kg.m^2.s^{-2}$	$N = kg.m.s^{-2}$
العلاقة بينهما	J = N . m	N = J / m

أمثلة محلولة

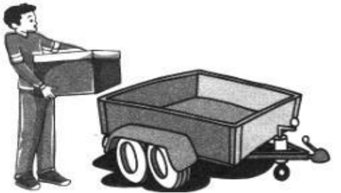
(١) أحسب الشغل المبذول لرفع كتله 50 kg ارتفاع قدره 2.2 m عن سطح الأرض .

الحل : PE = m g h = 50 × 10 × 2.2 = 1100 J

****

(٢) إذا استخدمت قوة معينة لرفع صندوق وزنه 450 N رأسياً لأعلى مسافة 1 m ، احسب القوة التى تستخدم لرفع نفس الصندوق لأعلى بأقل قوة وتجعل الإزاحة = 3m .

عند رفع صندوق وزنه 450 N رأسياً لأعلى مسافة 1 m قوة تكافئ وزن الصندوق



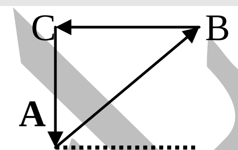
W = 450 N × 1 m = 450 J

عند رفع نفس الصندوق باستخدام مستوى مائل تتطلب طوله 3 m يتطلب قوة أقل من وزنه ، لكنه سيحتاج لإزاحة اكبر

W = 150 N × 3 m = 450 J

****

(٣) من الرسم أحسب مقدار الشغل المبذول ضد الجاذبية الأرضية لتحرك جسم كتلته m على طول المسار ACBA وماذا تستنتج ؟



بما أن
الإزاحة = صفر
إذا : طاقة الوضع = صفر

****

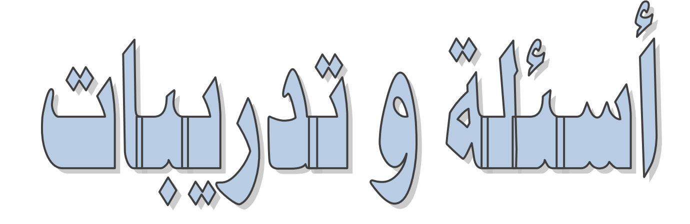
(٤) كيف يمكن حساب الشغل فى الحالات الآتية :
١- حركة جسم فى مسار مغلق فى مجال الجاذبية الأرضية .
٢- سحب جسم على مسار غير مستوى ويسلك المسار من بدايته الى نهايته كما بالشكل

١- بالنسبة للحالة الأولى :فان الجسم لا يبذل شغلاً لان الإزاحة = صفر .
٢- بالنسبة للحالة الثانية : الشغل = مجموع الشغل على كل مسار من المسارات .

****

الفيزياء فى خدمة البيئة

— معظم الطاقات التى يستخدمها الإنسان تأتى من مصادر طاقة غير متجددة ، مثل الفحم الحجري والبترول .
— تعتبر مصادر الطاقة غير المتجددة من مصادر الطاقة غير النظيفة لأنه ينتج عنها مواد ضارة بالبيئة وبصحة الإنسان .
— بسبب المواد الضارة الناتجة من مصادر الطاقة غير المتجددة فناك اتجاه عالمي (خاصة الدول الصناعية الكبرى) نحو استخدام مصادر الطاقة الطبيعية مثل استخدام طاقة الرياح ومساقط المياه فى توليد الكهرباء للحصول على الطاقة والحفاظ على البيئة .



س ١ : أكتب المصطلح العلمى لكل من :

١) كمية قياسية تساوى حاصل ضرب القوة × الإزاحة فى اتجاه خط عمل القوة .
٢) حاصل ضرب القوة فى الإزاحة فى اتجاه خط همل القوة
٣) حاصل الضرب القياسى لمتجهي الإزاحة والقوة .
٤) الشغل المبذول بواسطة قوة مقدارها نيوتن واحد لتحرك جسماً إزاحة مقدارها متر واحد فى اتجاه القوة .
٥) الشغل المبذول لتحريك الجسم .
٦) الطاقة التى يكتسبها الجسم بسبب حركته .
٧) الطاقة التى يختزنها الجسم بسبب موضعه .
٨) الطاقة المختزنة فى ملف زنبركي نتيجة انضغاطه .

س ٢ : علل لما يأتى

١) الشغل كمية قياسية بالرغم من أن القوة والإزاحة كميتان متجهتان .
٢) عندما يحمل شخص حقيبة ويسير على سطح الأرض فانه لا يبذل شغلاً .
٣) طاقة وضع الماء أعلى الشلال أكبر من طاقه وضعه فى قاع الشلال .
٤) عندما يتحرك جسم فى اتجاه القوة المؤثرة عليه يكون الشغل المبذول أكبر ما يمكن .
٥) القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم أثناء حركته فى مسار دائرى لا تبذل شغلاً .
٦) لا يبذل على الإلكترون شغلاً أثناء دورانه حول النواة .
٧) القمر الصناعى فى مساره حول الأرض لا يبذل عليه شغل .
٨) يمكن جمع الشغل مع الطاقة .
٩) تزداد طاقة الوضع لجسم إذا قذف رأسياً الى أعلى .
١٠) إذا تحرك جسم فى اتجاه عمودي على اتجاه القوة فان هذه القوة لا تبذل شغلاً .
١١) القوة العمودية على الإزاحة لا تبذل شغل .
١٢) الشغل المبذول فى دفع عربة أطفال الى الأمام أكبر منه فى حالة سحبها للخلف .
١٣) طاقة حركة جسم ساكن تساوى صفر .
١٤) هناك اتجاه عالمي نحو استخدام مصادر الطاقة الطبيعية .

س ٣ : ما معنى قولنا أن :

١) الشغل المبذول على جسم 200 J .
٢) الشغل المبذول بواسطة القوة 6 N تساوى 180 J .
٣) جسم أثرت عليه قوة 20 N فى اتجاه يميل على المستوى الأفقى بزاوية ٦٠° فحركته مسافة أفقية 4 m .
٤) طاقة الحركة لجسم 50 J .

٥) طاقة الوضع لجسم 90 J .
٦) ميل الخط المستقيم للعلاقة بين مرع السرعة (على المحور الرأسي) ومقلوب الكتلة (على المحور الأفقى) = 30 .

س ٤ : متى يحدث الآتي :

١- طاقة الحركة لجسم مقذوف أعلى ما يمكن .
٢- طاقة وضع كرة البندول نهاية عظمى .
٣- طاقة الحركة لجسم قذف لأعلى تساوى صفر .
٤- طاقة الوضع لجسم تساوى صفر .

س ٥ : اختر الإجابة الصحيحة مما بين الأقواس :

١) الشغل كمية ....
(قياسية وحده قياسها N — متجهة وحدة قياسها N — قياسية وحجة قياسها J — متجهة وحدة قياسها J)

٢) إذا زادات القوة المؤثرة على جسم للضعف بحيث يقطع نفس المسافة فان الشغل المبذول ....
(يزداد الى أربعة أمثال — يزداد للضعف — يقل للنصف — يظل كما هو)

٣) الجول يكافئ .... (N.m — N/m — N.m²—N/m)

٤) عندما يكون اتجاه القوة المؤثرة على جسم يميل بزاوية θ على اتجاه الإزاحة فان الشغل المبذول يتعين من العلاقة ..... (F cos θ — Fd cos θ — F d sin θ — F d)

٥) يكون الشغل المبذول أكبر ما يمكن إذا كان اتجاه القوة المؤثرة على الجسم يصنع مع اتجاه الإزاحة زاوية تساوى .... (٦٠° — ٤٥° — ٠° — ٩٠°)

٦) عندما يتحرك جسم فى اتجاه يميل على اتجاه القوة المؤثرة عليه بزاوية ٦٠° فان الشغل المبذول يساوى ....
(صفر — قيمة عظمى — نصف القيمة العظمى)

٧) يكون الشغل سالب عندما يكون اتجاه الإزاحة .... اتجاه القوة .
(فى نفس — عمودي على — عكس — يميل بزاوية حادة على)

٨) الشغل الذى تبذله قوة الفرامل .... (موجب — سالب — يساوى صفر — لا توجد إجابة صحيحة)

٩) 📖 جسم طاقة حركته 4J ، فإذا تضاعفت سرعته تصبح طاقة الحركة .... (0.8 J — 4 J — 16 J — 8 J)

١٠) 📖 عند زيادة سرعة سيارة الى الضعف، فان طاقة الحركة
(تقل الى النصف — تزيد الى الضعف — تزداد الى أربة أمثال — تظل ثابتة)

١١) إذا زادات سرعة جسم الى الضعف وقلت كتلته للربع فان طاقة الحركة ....
(تقل للنصف — تظل ثابتة — تقل للربع — تتضاعف)

١٢) جسمان كتلة الأول ضعف كتلة الثانى ، ويتحرك الأول بسرعة تساوى نصف سرعة الثانى فان طاقة حركة الأول .... طاقة حركة الثانى . (نصف — ضعف — ربع — أربعة أمثال)

١٣) 📖 الطاقة المختزنة فى زنبرك مضغوط هى ....(طاقة حركة — طاقة وضع — طاقة تجاذب — طاقة تنافر)

١٤) 📖جسم كتلته 2 kg يقع على ارتفاع 5 m فوق سطح الأرض ، فان طاقه وضعه ..... جول ($g = 9.8\ m/s^2$)
(9.8 — 2.5 — 10 — 98)

١٥) 📖وصل رجل الى شقته صعوداً على السلم مرة ، وباستخدام المصعد مرة ثانية ، أى العبارات التالية صحيحة ؟
- طاقة وضع الرجل أكبر عند صعوده السلم .
- طاقة وضع الرجل أكبر عن استخدام المصعد .
- لا توجد طاقة وضع للرجل عند استخدام المصعد .
- طاقة وضع الرجل متساوية فى الحالتين .

١٦) الجول وحدة قياس .... (القدرة — الدفع — الشغل)

١٧) ينعدم الشغل الميكانيكي إذا كان مسار الجسم .... (مستقيماً — دائرياً — قطع مكافئ)

١٨) إذا أثرت قوة عمودية مقدارها 40 N على جسم فتحرك مسافة 10 m فان الشغل المبذول........
. (400 J — 20 J — 0 — 40 J)

١٩) جسم كمية تحركه = طاقة حركته فان سرعته m/s .... (2 — 4 — 16)

س٦: قارن بين كل من

١- ✍الجول و النيوتن . من حيث (الكمية الفيزيائية التى يقدرها — الوحدة المكافئة) .
٢- ✍طاقة الوضع وطاقة الحركة .
من حيث (التعريف — العلاقة الرياضية — العوامل المؤثرة — ووحدة القياس — معادلة الأبعاد)

س٧: ضع علامة (√) أو علامة (×) أمام ما يأتى :

١) عندما تحمل إناءاً وتظل ساكناً فى مكانك لمدة ساعة فان القوة الحاملة لديك لا تبذل أى شغل على الإناء .
٢) يتطلب الشغل قوة مؤثرة وإزاحة فى اتجاه عمودي على اتجاه مع القوة .
٣) الشغل هو حاصل الضرب العددي لمتجه القوة × متجه الإزاحة وهو كمية قياسية .
٤) يتوقف الشغل المبذول على القوة المؤثرة فقط .
٥) الشغل كمية متجهة .

س ٨ : أسئلة متنوعة

١) أذكر شروط بذل شغل .
٢) ✍ما العوامل التى يتوقف عليها كل من (الشغل — طاقة الوضع — طاقة الحركة) ؟
٣) متى يكون الشغل المبذول على جسم متحرك (يساوى صفر — أكبر ما يمكن — موجب — سالب) ؟
٤) ما النتائج المترتبة على تضاعف سرعة جسم بالنسبة لطاقة حركته ؟
٥) استنتج أن (طاقة الوضع = mgh ، طاقة الحركة = $\frac{1}{2} m v^2$) .
٦) أشرح تجربة تعين بها طاقة الحركة لجسم .
٧) أذكر أمثلة على طاقة الوضع .
٨) ما هى وحدة قياس الشغل أو الطاقة ؟ وما هى الوحدة المكافئة لها ؟
٩) طالب يقف ساكناً وهو يتحدث الى زميله وتقف سيارة ساكنة وموتورها يدور . كيف يتشابه الموقفان من وجهه نظرك ؟

س ٩ : ما المقصود بكل من

١- الشغل . ٢- الجول . ٣- الطاقة .
٤- طاقة الحركة . ٥- طاقة الوضع .

س ١٠ : ١- مسائل للتدريب

(١) قوة مقدارها 200 N أثرت على جسم ساكن كتلته 50 kg أحسب الشغل المبذول بفعل هذه القوة خلال فترة زمنية 5 s . [1000 J]

****

(٢) أحسب مقدار القوة المؤثرة على جسم إذا كان الشغل المبذول لتحريك الجسم مسافة 50 m يساوى 2500 J وكان اتجاه القوة يصنع زاوية 30^0 مع العمودي على اتجاه الحركة . [100 N]

****

(٣) موتوسيكل كتلته 200 kg يتحرك فى خط مستقيم ، إذا كانت قوة الموتور 500 N وقوى الاحتكاك 100 N لكل 100 kg من كتلة الموتوسيكل ، أحسب الشغل المبذول عندما يسير الموتوسيكل 50 m . [15000 J]

****

(٤) جسم كتلته 12 kg يتحرك من السكون بعجلة منتظمة قدرها $10 m/s^2$ ، أحسب سرعته وطاقة حركته بعد أن يقطع مسافة قدرها 80m. [40 m/s , 9600 J]

****

(٥) سلم طوله 6 m يرتكز على حائط رأسي بحيث يميل على الأرض بزاوية 30^0 فإذا صعد رجل كتلته 70 kg هذا السلم أحسب الشغل الذى يبذله الرجل حتى يصل الى نهاية السلم ثم أحسب طاقة وضع هذا الرجل أعلى السلم ، ماذا تستنتج من الإجابة التى حصلت عليها ؟ (علماً بان $g = 9.8 m/s^2$) . [2058 J , 2058 J]

****

(٦) أطلقت رصاصة كتلتها 80 gm من بندقية ، طول ماسورتها 1 m فإذا كانت قوة ، ضغط الغاز داخل الماسورة 64×10^2 N أوجد سرعة انطلاق الرصاصة من فوهة البندقية . [400 m/s]

****

(٧) مدفع سريع الطلقات يطلق 600 رصاصة فى الدقيقة ، فإذا كانت كتلة الرصاصة 49g وسرعتها 200 m/s أوجد طاقة الحركة المتولدة فى الثانية . [9800 J]

****

(٨) قذف جسم كتلته 1 kg الى أعلى بسرعة 24.5 m/s حتى وصلت سرعته الى 4.9 m/s احسب طاقة وضعه عند هذه النقطة($g = 10 m/s^2$) . [288.12 J]

****

(٩) أحسب الشغل الذى يبذله عامل بناء يرفع كمية من الاسمنت كتلتها 50 kg من الطابق الأول الى الطابق الرابع على ارتفاع 10 m($g = 10 m/s^2$)

****

(١٠) يحمل رجل جسماً كتلته 50 kg تحرك به أفقياً مسافة 100 m ثم صعد سلم ارتفاعه 12 m أحسب الشغل المبذول إذا كانت ($g = 10 m/s^2$) .

****

(١١) عامل يهذب حديقة باستخدام آلة لها يد تميل على الأرض بزاوية 60^0 ويؤثر عليها بقوة 5 N أحسب الشغل المبذول فى تهذيب شريط من الحديقة طوله 8 m .

(١٢) سيدة تدفع عربة أطفال بقوة ثابتة تميل عل المحور الرأسي بزاوية 30^0 والجدول المقابل يبين العلاقة بين الشغل المبذول بالجول والمسافة بالمتر ، أرسم العلاقة البيانية بين (W) على المحور الرأسي ، (d) على المحور الأفقى ثم أحسب القوة المؤثرة على العربة . [10 N]

W (J)	10	15	20	25	30	50
d (m)	2	3	4	5	6	10

****

س ١٠ : ٢- مسائل الكتاب المدرسى

(١) أحسب الشغل اللازم لدفع عربة مسافة 3.5 m بواسطة قوة مقدارها 20 N . [70 J]

****

(٢) قوة مقدارها 100 N أثرت على جسم فتحرك مسافة 2.5 m ، أوجد الشغل الذى تبذله القوة فى الحالات الآتية :

(أ) إذا كانت القوة عمودية على اتجاه الحركة .

(ب) إذا كانت القوة تميل بزاوية 60^0 على اتجاه حركة الجسم .

(جـ) إذا كانت القوة فى اتجاه حركة الجسم . [0 , 125 J , 250 J]

****

(٣) أوجد طاقة حركة سيارة كتلتها 2000 kg تسير بسرعة 60 km/s . [2.78×10^5 J]

****

(٤) احسب كتلة جسم عند سطح الأرض إذا علمت أن طاقة وضعه عند نقطة على بعد 5 m من سطح الأرض تساوى 980 J ($g = 9.8\ m/s^2$). [20 kg]

****

(٥) لديك صندوقان (a) ، (b) وزنهما 40 N , 60 N على الترتيب ، الصندوق (a) موضوع على الأرض ، بينما الصندوق (b) موضوع على أرتفاع 2 m فوق الأرض . ما الارتفاع الذى يرفع إليه الصندوق (a) حتى يصبح له طاقة وضع الصندوق (b) ؟ [3 m]

****

(٦) تسلق رياضي وزنه 700 N جبلاً الى ارتفاع 200 m من سطح الأرض اوجد الشغل الذى بذله ؟ [14×10^4J]

****

(٧) اصطدمت سيارة كتلتها 3×10^3 kg وسرعتها 16 m/s بشجرة فلم تتحرك الشجرة وتوقفت السيارة ، أحسب :

(أ) التغير فى طاقة حركة السيارة .

(ب) الشغل المبذول على الشجرة عندما ترتطم مقدمة السيارة بالشجرة .

(جـ) مقدار القوة التى أثرت على مقدمة السيارة لتتحرك مسافة 50 cm .

[- 3.84×10^5 J , 0 , 7.68×10^5 J]

****

قانون بقاء الطاقة

مقدمة

— درسنا فى الفصل السابق أن الطاقة هى القدرة على بذل شغل ، وهناك صور متعددة للطاقة يمكن أن تتحول إحداها للأخرى ، مثل :

(١) تحول طاقة الوضع فى شلال الى طاقة حركة .
(٢) تحول الطاقة الكهربية فى المصباح الى طاقة حرارية وضوئية .
(٣) تحول الطاقة الكيميائية المختزنة فى الوقود (فحم ، بنزين وغير ذلك) الى شغل ميكانيكي يتمثل فى حركة السيارات والقطارات

— ويشترط لتحول الطاقة من صورة لأخرى أن تظل كمية الطاقة ثابتة ، وهذا ما يعرف باسم قانون بقاء الطاقة .

قانون بقاء الطاقة :
الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم ، ولكن يمكن أن تتحول من صورة الى أخرى .

قانون بقاء الطاقة الميكانيكية

بفرض جسم كتلته (m) قذف رأسياً الى أعلى من النقطة (1) بسرعة (V_i) الى النقطة (2) فتصل سرعته الى (V_f) فان الشغل المبذول على الجسم أثناء ارتفاعه يعمل على : (١) زيادة طاقة الوضع للجسم بزيادة الارتفاع .
(٢) نقص طاقة الحركة للجسم بنقص سرعته .

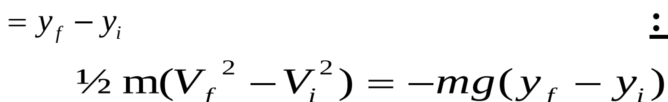
من المعادلة الثالثة للحركة $2ad = V_f^2 - V_i^2$

بما أن الجسم يتحرك لأعلى فى عكس اتجاه مجال الجاذبية الأرضية فانه يتحرك بعجلة سالبة . $a = -g$

$$V_f^2 - V_i^2 = -2gd$$

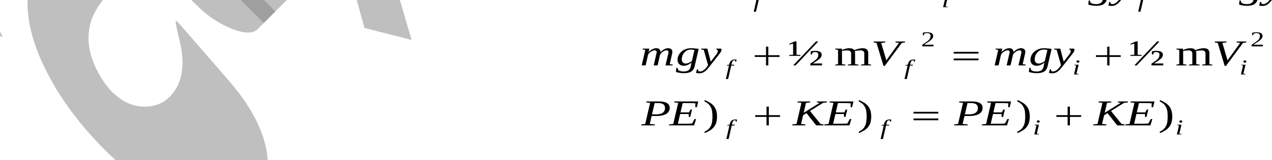
بالضرب فى (½ m) $½\,m(V_f^2 - V_i^2) = ½\,m(-2gd) = -mgd$

بما أن : $d = y_f - y_i$



$$½\,m(V_f^2 - V_i^2) = -mg(y_f - y_i)$$

$$½\,mV_f^2 - ½\,mV_i^2 = -mgy_f + mgy_i$$



$$mgy_f + ½\,mV_f^2 = mgy_i + ½\,mV_i^2$$

$$PE)_f + KE)_f = PE)_i + KE)_i$$

أى أن : مجموع طاقتي الوضع والحركة عند النقطة (1) = مجموع طاقتي الوضع والحركة عند النقطة (2) .

الخلاصة

(١) مجموع طاقتي الوضع والحركة للجسم عند أى نقطة = مقدار ثابت .
(٢) كلما زادات طاقة حركة الجسم فإن ذلك يكون على حساب طاقة الوضع (تقل طاقة الوضع) والعكس صحيح .

الطاقة الميكانيكية
هى مجموع طاقتي الوضع والحركة لجسم .

قانون بقاء الطاقة الميكانيكية :
مجموع طاقتي الوضع والحركة لجسم عند أى نقطة فى مساره يساوى مقدار ثابت

قانون بقاء الطاقة فى الحياة العملية

يوجد أمثلة كثيرة للتحول المتبادل بين طاقتي الوضع والحركة ، ومنها



(١) قذف جسم (كرة) لأعلى

— عند قذف كرة لأعلى تكون طاقة الوضع صفر وطاقة الحركة نهاية عظمى .
— عندما تبدأ الكرة فى الحركة لأعلى تزداد طاقة وضعها وتقل طاقة حركتها ويستمر ذلك حتى تصل الكرة لأقصى ارتفاع .
— عندما تصل الكرة لأقصى ارتفاع تكون طاقة الحركة صفر وطاقة الوضع نهاية عظمى .
— عندما تبدأ الكرة فى العودة الى الأرض تزداد طاقة الحركة وتقل طاقة الوضع تدريجيا .
— عندما تصل الكرة الى سطح الأرض تصبح طاقة الوضع صفر وطاقة الحركة نهاية عظمى .

الوضع	طاقة الوضع	طاقة الحركة	الطاقة الميكانيكية
عند سطح الأرض	صفر	أكبر ما يمكن	= طاقة الحركة
عند منتصف الارتفاع	الحركة		ضعف طاقة الوضع أو طاقة الحركة .
عند أقصى أرتفاع	أكبر ما يمكن	= صفر	= طاقة الوضع .

(٢) أثناء الوثب العالى فى العاب القوى

تختزن طاقة الوضع فى الزانة أثناء الوثبة وتتحول الى طاقة حركة .

(٣) أثناء قذف السهم فى القوس

تختزن طاقة الوضع فى قوس مشدود وتتحول الى طاقة حركة عند تركه حراً .

(٤) عربة الملاهى

تكون طاقة الوضع للعربة أكبر ما يمكن عند القمة وتتحول الى طاقة حركة عند الهبوط .

(٥) البندول البسيط

تتحول طاقة الوضع الى حركة عند موضع السكون وتتحول طاقة الحركة الى طاقة وضع عند أقصى إزاحة .

الوضع	طاقة الوضع	طاقة الحركة	الطاقة الميكانيكية
عند بداية موضع السكون	صفر	أكبر ما يمكن	= طاقة الحركة
عند منتصف الحركة	الحركة		ضعف طاقة الوضع أو طاقة الحركة .
عند أقصى إزاحة	أكبر ما يمكن	= صفر	= طاقة الوضع .

م	متى تحدث الحالات التالية	الإجابة
١	**الطاقة الميكانيكية = طاقة الوضع**	عند أقصى أرتفاع .
٢	**الطاقة الميكانيكية = طاقة الحركة**	عند سطح البحر .
٣	**طاقة الوضع = طاقة الحركة**	عند منتصف المسافة .
٤	**طاقة الوضع = ½ الطاقة الميكانيكية**	عند منتصف المسافة .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	**مجموع طاقتي الوضع والحركة لجسم يسقط سقوطاً حراً يظل ثابتاً .**	لأنه تبعاً لقانون بقاء الطاقة فإن أى نقص فى إحداهما يقابله زيادة فى الأخرى بحيث يظل مجموعهما ثابت .
٢	**تسقط عربة الملاهي بسرعة كبيرة بعد أن تصل الى أقصى أرتفاع**	لان طاقة الوضع للعربة تكون أكبر ما يمكن عند أقصى ارتفاع وتتحول الى طاقة حركة عند هبوطها .
٣	**يستخدم اللاعب الزانة أثناء الوثب العالى لتعينه فى الوثبة .**	لاختزان طاقة الوضع فى الزانة أثناء الوثبة وتحولها الى طاقة حركة

س : ما معنى قولنا أن : الطاقة الميكانيكية لجسم 150 J ؟

ج : أى أن مجموع طاقتي الوضع والحركة للجسم = 150 J .

أمثلة محلولة

(١) جسم ساكن على ارتفاع 30 m من سطح الأرض لـه طاقة وضع 1470 J فإذا سقط الجسم لأسفل ،بإهمال مقاومة الهواء ، أحسب: (أ) طاقة وضع الجسم وطاقة حركته عند ارتفاع 20 m من سطح الأرض . (ب) سرعة الجسم لحظة اصطدامه بالأرض . (علماً بأن $g = 9.8\ m/s^2$) .

A: $y_i = 30$ m, $v_i = 0$
B: $y_f = 20$ m, $v_f = ?$
C: $y_{f2} = 0$, $v_{f2} = ?$

الحل

(أ) عند النقطة (A) :

$$PE = mgh = 1470\ J$$
$$m \times 9.8 \times 30 = 1470\ J$$
$$m = 5\ kg$$
$$PE_f = mgy_f = 5 \times 9.8 \times 20 = 980 J$$

بتطبيق قانون بقاء الطاقة الميكانيكية على النقطتين A , B :

$$PE_f + KE_f = PE_i + KE_i$$
$$980 + KE_f = 1470 + 0$$
$$KE_f = 1470 - 980 = 490 J$$

(ب) بتطبيق قانون بقاء الطاقة الميكانيكية على النقطتين C , A :

$$PE_i + KE_i = PE_{f2} + KE_{f2}$$
$$1470 + 0 = \frac{1}{2} \times 5 \times V_{f2}^2$$
$$V_{f2} = 24.25 m/s$$

(٢) جسم يسقط من السكون من ارتفاع 5 m ما السرعة التى يصل بها الى الأرض . (g = 10 m/s²)

الحل

$PE_2 + KE_2$ (عند سطح الأرض) = $PE_1 + KE_1$ (عند أقصى أرتفاع)

$$mgh + 0 = 0 + \frac{1}{2} m V_f^{\ 2}$$

$$V_f^{\ 2} = 2gh = 2 \times 10 \times 5 = 100$$

$$V_f = 10 m/s$$

****

(٣) جسم كتلته 0.5 kg يسقط من ارتفاع 100 m سقوطاً حراً احسب : (أ) طاقة وضع وطاقة حركة الجسم عند القمة . (ب) طاقة وضع وطاقة حركة الجسم عند سطح الأرض .
(جـ) سرعة الجسم قبل ملامسته سطح الأرض . (g = 10 m/s²)

الحل

(أ) PE = mgh = 0.5 × 10 × 100 = 500 J
KE = 0

(ب) PE = 0
KE = 500 J

(جـ) KE = ½ m $V_f^{\ 2}$

$V_f^{\ 2}$ 500 = ½ × 0.5 ×

V_f = 44.72 m/s

****

(٤) قذف جسم الى أعلى بسرعة 10 m/s احسب أقصى أرتفاع يصل إليه . (g = 10 m/s²)

الحل

½ m V_i^2 (عند سطح الأرض) = mgh (عند أقصى ارتفاع)

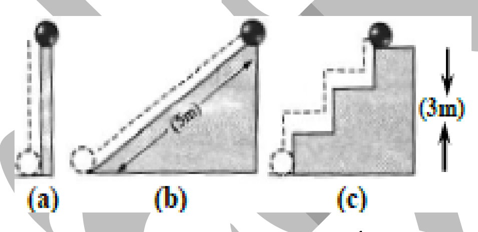
½ × 100 = 10 h

50 = 10 h

h = 50 ÷ 10 = 5 m

****

(٥) تخيل أن لديك ثلاثة مسارات مختلفة يمكن أن تسلكها كرة ساكنة موجودة عند سطح الأرض لتصل الى ارتفاع ثابت لأى مسار تكون الطاقة المبذولة لرفع الكرة أكبر ما يكون
(المسار a / المسار b / المسار c / جميعها متساوية)

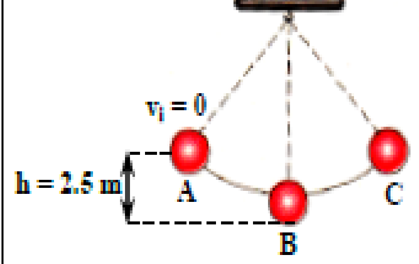


الحل

الطاقة المبذولة فى جميع المسارات متساوية ، لان الارتفاع عن سطح الأرض ثابت فتكون طاقة وضع الكرة (الطاقة المبذولة) متساوية .

****

(٦) الشكل المقابل مثل كرة معلقة بخيط تتأرجح بشكل حر فى مستوى محدد . فإذا كانت كتلة الكرة 4 kg ومقاومة الهواء مهملة ، فما أقصى سرعة تبلغها الكرة أثناء تأرجحها ؟ (g = 9.8 m/s²)



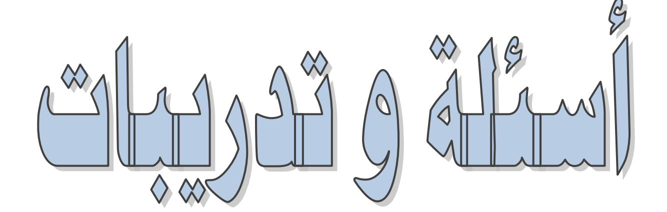
الحل

أقصى سرعة تبلغها الكرة أثناء تأرجحها يكون عند النقطة.
وبتطبيق قانون بقاء الطاقة الميكانيكية عند النقطتين A , B .

mgh + 0 = 0 + ½ m $V_f^{\ 2}$

$V_f^{\ 2}$ = 2 g h = 2 × 9.8 × 2.5

$V_f^{\ 2}$ = 7 m/s



س ١ : أكتب المصطلح العلمى لكل من :

١. الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم ولكن يمكن أن تتحول من صورة الى أخرى
٢. ✍مجموع طاقتي الوضع والحركة للجسم .
٣. ✍مجموع طاقتي الوضع والحركة لجسم عند أى نقطة فى مسار حركته يساوى مقداراً ثابتاً .

س ٢ : اختر الإجابة الصحيحة مما بين الأقواس

١) 🕮الطاقة الميكانيكية لجسم تساوى ....
— الفرق بين طاقتي الحركة والوضع . — مجموع طاقتي الحركة والوضع .
— النسبة بين طاقتي الحركة والوضع. — حاصل ضرب طاقتي الحركة والوضع .

٢) 🕮إذا قذف جسم لأعلى ، فعند أقصى أرتفاع تصبح .... صفر
(طاقة الوضع - طاقة الحركة - الطاقة الميكانيكية - جميع ما سبق)

٣) ✍عندما يقذف جسم راسياً الى أعلى فان مجموع طاقتي الوضع والحركة للجسم ....
(يزداد — يتناقص — يكون ثابتاً عند أى نقطة — يساوى صفر)

٤) ✍سقط جسم كتلته m وسرعته v سقوطاً حراً الى الأرض فان الطاقة الميكانيكية له عند منتصف المسافة تساوى ....
($2\ mv^2$ — mv^2 — $\frac{1}{2}\ m\ v^2$ — $\frac{1}{4}\ mv^2$)

٥) عندما يسقط جسم سقوطاً حراً ....
— تتناقص طاقة الوضع وتزداد طاقة الحركة . — تزداد كل من طاقتي الوضع والحركة .
— تتناقص كل من طاقتي الوضع والحركة . — تزداد طاقة الوضع وتتناقص طاقة الحركة .

٦) عند منتصفي أقصى أرتفاع للمقذوف فان النسبة بين طاقة حركته الى طاقه وضعه ....
(0 — 1 : 1 — 1 : 2 — 1 : 4)

٧) عندما يقذف جسم الى أعلى تزداد ....(طاقة الوضع — طاقة الحركة — الطاقة الميكانيكية — جميع ما سبق)

٨) النسبة بين الطاقة الميكانيكية لجسم قذف رأسياً الى أعلى الى طاقه وضعه عند أقصى ارتفاع....
(0 — 1 : 1 — 1 : 2 — 1 : 4)

٩) عندما يسقط الجسم من أعلى .... (تزداد طاقه وضعه — تقل طاقة وضعه — تقل طاقة حركته)

١٠) إذا قذف جسم إلى أعلى فان طاقة حركته .... (تزداد — تقل — لا يتغير)

س ٣ : علل لما يأتى

١) ✍مجموع طاقتي الوضع والحركة لجسم يسقط سقوطاً حراً يظل ثابتاً .
٢) عندما يسقط جسم سقوطاً حراً تزداد طاقة حركته .
٣) تسقط عربة الملاهي بسرعة كبيرة بعد أن تصل الى أقصى ارتفاع لها .
٤) يستخدم اللاعب الزانة أثناء الوثب العالى لتعينه فى الوثبة .

س ٤ : متى يتساوى كل من

١) طاقة الوضع لجسم سقط سقوطاً حراً وطاقة حركته .
٢) الطاقة الميكانيكية لجسم يسقط سقوطاً حراً وضعف طاقة الوضع .
٣) الطاقة الميكانيكية وضعف طاقة الحركة لجسم يسقط سقوطاً حراً
٤) الطاقة الميكانيكية وطاقة الوضع لجسم يسقط سقوطاً حراً
٥) الطاقة الميكانيكية وطاقة الحركة لجسم يسقط سقوطاً حراً

س ٥ : ما المقصود بكل من

١ ـــ الطاقة الميكانيكية .
٢ـــ قانون بقاء الطاقة .
٣ـــ قانون بقاء الطاقة الميكانيكية .

س ٦ : أسئلة متنوعة

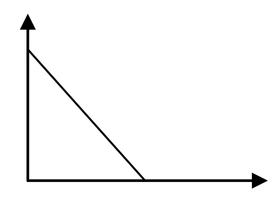
١ـــ أكتب العلاقة الرياضية التى تعبر عن قانون بقاء الطاقة الميكانيكية .
٢ـــ أثبت قانون بقاء الطاقة الميكانيكية .
٣ـــ اذكر أمثلة لتحول طاقة الوضع الى طاقة حركة والعكس .
٤ـــ📖جسم كتلته 4 kg يسقط سقوطاً حراً من أرتفاع 20 m فوق سطح الأرض . أكمل الفراغات الموجودة بالجدول التالى معتبراً عجلة الجاذبية الأرضية $10\ m/s^2$ مع إهمال مقاومة الهواء .

النقطة	الإزاحة من نقطة السقوط (m)	طاقة الوضع (j)	السرعة (m/s)	طاقة الحركة (j)	الطاقة الميكانيكية (J)
(١)	0	....	....	....	....
(٢)	....	....	5	....	....
(٣)	....	400	....	....	....
(٤)	....	....	....	800	....

من النتائج التى توصلت إليها ، حدد موضع النقطة أثناء السقوط التى تكون عندها :

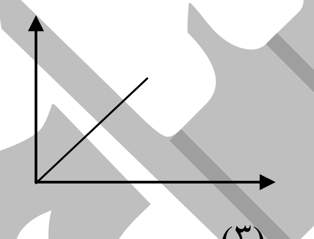
(أ) الطاقة الميكانيكية للجسم مساوية لطاقة حركته .
(ب) الطاقة الميكانيكية للجسم مساوية لطاقة الوضع له .
(جـ) طاقة الحركة للجسم مساوية لطاقة الوضع .

٥ ـــ ماذا يحدث عند قذف جسم راسياً الى أعلى (بالنسبة لطاقة الوضع وطاقة الحركة) ؟
٦ ـــ 📖قذف جسم راسياً الى أعلى ، ولديك ثلاثة أشكال بيانية (١) ، (٢) ، (٣) للتعبير عن العلاقة بين بعض الكميات الفيزيائية له :



(١)

(٢)



(٣)

حدد أيهما يعبر عن العلاقة بين كل من :

(أ) طاقة الوضع وارتفاع الجسم عن سطح الأرض .
(ب) طاقة الحركة وارتفاع الجسم عن سطح الأرض .
(جـ) الطاقة الميكانيكية وارتفاع الجسم عن سطح الأرض.

س ٧ : -١ مسائل للتدريب

(١) قذف جسم راسياً الى أعلى بسرعة ابتدائية 10 m/s أذا كانت طاقة وضعه عند أقصى أرتفاع هى 1000 J احسب كتلته . [20 kg]

****

(٢) جسم كتلته 200 g يسقط سقوطاً حراً لأسفل من ارتفاع 3 m أحسب طاقة حركته عندما يرتطم بالأرض واثبت أنها تساوى طاقة وضعه قبل السقوط . (علماً بان $g = 9.8\ m/s^2$) .

(٣) كرة كتلتها 200 gm تسقط من ارتفاع 100 m احسب الطاقة الميكانيكية للكرة عندما تسقط نصف المسافة (علماً بأن $g = 10\ m/s^2$) [200 J]

****

(٤) جسم كتلته نصف كجم يتحرك لأعلى فى مجال الجاذبية فإذا كانت الطاقة الميكانيكية لهذا الجسم 25 J وعجلة الجاذبية $10\ m/s^2$ احسب:

(أ) أقصى أرتفاع يصل إليه الجسم .

(ب) السرعة التى بدأ بها الجسم حركته الرأسية لأعلى من بداية سطح الأرض .

****

(٥) جسم كتلته 600 g سقط من ارتفاع 15 m فإذا كانت ($g = 9.8\ m/s^2$) فكم تكون طاقة الحركة قبل ملامسته للأرض ؟

****

(٦) سقط جسم كتلته 3 kg مسافة قدرها 4 m اوجد سرعته قبل أن يصطدم بالأرض مباشرة ($g = 9.8\ m/s^2$).

****

(٧) جسمان كتلة الأول ثلاثة أمثال كتلة الثانى ، سقطا فى لحظة واحدة وكان الارتفاع الذى سقط منه الجسم الأول ثلث الارتفاع الذى سقط منه الجسم الثانى . اوجد النسبة بين طاقة حركة الجسم الأول وطاقة حركة الجسم الثانى لحظة وصولهما للأرض . [1 : 1]

****

(٨) أحسب الشغل الذى يبذله عامل بناء لرفع شيكارة أسمنت كتلتها 50 kg الى ارتفاع 20 m وإذا سقطت منه الشيكارة ، فما سرعة ارتطامها بالأرض ؟ ($g = 9.8\ m/s^2$). [9800 J , 19.8 m/s]

****

(٩) الجدول المقابل يوضح العلاقة بين طاقة جسم وارتفاعه عن سطح الأرض ، أرسم العلاقة البيانية بين طاقة الوضع على المحور الرأسي ، الارتفاع على المحور الأفقى ، ومن الرسم اوجد طاقة وضع الجسم عند الارتفاع 7 m ، وكتلة الجسم إذا كانت $g = 9.8\ m/s^2$ [56 J , 0.816 kg]

PE (J)	16	32	48	64	80
h (m)	2	4	6	8	10

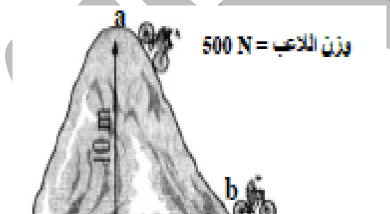
****

س ٧ : ٢- مسائل الكتاب المدرسى

(١) قذفت كرة رأسياً لأعلى فكانت سرعتها 3 m/s عند ارتفاع 4 m ، فما مقدار الشغل المبذول لقذف الكرة إذا كانت كتلتها 0.5 kg (علماً بأن $g = 10\ m/s^2$) .

****

(٢) باستخدام الشكل المقابل ، اوجد كل من :



(أ) طاقة وضع اللاعب عند النقطة a .

(ب) طاقة وضع اللاعب عند النقطة b .

(جـ) طاقة حركة اللاعب عند النقطة b .

[5000 J , 0 , 5000 J]

****

(٣) قذف جسم كتلته 0.2 kg رأسياً لأعلى بسرعة 20 m/s بإهمال مقاومة الهواء أحسب :

(أ) أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم .

(ب) سرعة الجسم عند ارتفاع 10 m من سطح الأرض . (علماً بان $g = 10\ m/s^2$) . [20 m , 14.14 m/s]

****